



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина

**Институт
фундаментального
образования**

**Т. В. НЕСТЕРОВА
И. П. КОНАКОВА**

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Учебное пособие

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Т. В. Нестерова
И. П. Конакова

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом
Уральского федерального университета
для студентов технических специальностей

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2021

УДК 744.43:62-2(075.8)
ББК 30.11я73+34.44я73
Н56

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. В. З. Козин (Уральский государственный горный университет);
канд. техн. наук И. Н. Веселов (Российский научно-исследовательский институт труб-
ной промышленности)

Научный редактор — доц., канд. техн. наук Т. В. Нестерова

Нестерова, Т. В.

Н56 Выполнение чертежей деталей : учебное пособие / Т. В. Нестерова, И. П. Ко-
накова ; М-во науки и высш. образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та,
2021. — 72 с.

ISBN 978-5-7996-3330-1

Учебное пособие подготовлено для дистанционного изучения тем, связанных с исполь-
зованием деталей, которые создаются из различных металлов и сплавов. Детали заменены их
пространственными изображениями, позволяющими рассмотреть их особенности с разных
сторон. Достаточное количество вариантов деталей помогает обеспечивать студентов индиви-
дуальными заданиями.

В учебном пособии рассмотрены вопросы, связанные с созданием чертежей деталей на ос-
нове стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). В первой части учеб-
ного пособия описаны особенности чертежей деталей, полученных механической обработкой.
Представлены материалы, связанные с конструктивными элементами деталей, выбором изо-
бражений, простановкой размеров, заданием шероховатостей, заполнением основной над-
писи. В систематизированном виде показана последовательность выполнения эскиза детали.

Доступно изложенный теоретический материал, достаточное количество иллюстраций
и примеров позволяют студентам самостоятельно изучать материал дисциплины и выполнять
практические задания. Необходимый справочный материал для выполнения индивидуальных
заданий приведен в приложениях.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей всех форм обучения, изу-
чающих курсы «Инженерная и компьютерная графика» и «Машиностроительное черчение».

Библиогр.: 26 назв. Рис. 80. Прил. 6.

УДК 744.43:62-2(075.8)
ББК 30.11я73+34.44я73

ISBN 978-5-7996-3330-1

© Уральский федеральный
университет, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ	5
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ.....	7
3. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ	13
4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ	21
5. ЗАДАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ	26
6. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ	31
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	39
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	69

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплин «Инженерная и компьютерная графика» и «Машиностроительное черчение» является приобретение знаний и навыков практической работы по решению инженерных задач, связанных с подготовкой конструкторской документации в соответствии с государственными стандартами.

Во время практических и лабораторных занятий в аудиториях при изучении темы, связанной с анализом конструктивных особенностей деталей и выполнением чертежей, студентами использовались металлические модели. В условиях дистанционного обучения предложено заменить их на задания с объемными изображениями деталей. Для создания вариантов заданий использовались материалы сборочных чертежей [1].

Количество подготовленных вариантов обеспечивает всех студентов индивидуальными заданиями. Объемное изображение детали в комплекте с пояснениями и размерными данными, которые приведены в таблицах, позволяют оценить конструкцию детали и выполнить чертеж (некоторые детали приведены в двух изображениях).

Выделение простых геометрических фигур (цилиндров, конусов, сфер, призм) и конструктивных элементов (резьб, фасок, проточек, лысок) является приемом фокусирования внимания студента на элементах детали. Это помогает правильно выбрать положение изображений, простановку размеров, шероховатость при выполнении графической работы.

В современных условиях подготовка специалистов по техническим специальностям невозможна без освоения принципов работы различных графических пакетов, которые позволяют создавать качественные конструкторские документы с минимальными временными затратами.

На начальных этапах изучения графических дисциплин студентам необходимо получить знания и умения по созданию чертежей, выполненных карандашом на бумаге. Только потом получить навыки работы в графических программах.

1. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Виды изделий всех отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации устанавливает стандарт [2].

Изделием называют предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии по конструкторской документации.

Устанавливаются следующие виды изделий:

- 1) детали;
- 2) сборочные единицы;
- 3) комплексы;
- 4) комплекты.

Изделия, в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей, делят на:

- 1) неспецифицированные (детали) — не имеющие составных частей;
- 2) специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты) — состоящие из двух и более составных частей.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Примерами деталей могут быть валик, изготовленный из одного куска металла, болт, шпонка и т. п.

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой и т. п.).

Комплекс — два и более специфицированных изделия, которые не соединяются на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначены для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (например, автоматическая телефонная станция, бурильная установка).

Комплект — два и более специфицированных изделия, которые соединяются на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляют набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (например, комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей).

Конструкторские документы подразделяются на виды: электронная модель детали, чертеж детали, электронная модель сборочной единицы, сборочный чертеж, чертеж общего вида, спецификация и др. [3].

Чертёж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Правила выполнения и оформления эскизной документации устанавливает стандарт [4].

Эскизные конструкторские документы (эскизные КД) — это документы, предназначенные для разового использования при изготовлении и испытании материальных макетов, разработке и анализе электронных макетов, а также при разработке других документов, применяемых при изготовлении разовой и единичной продукции. Эскизные КД выполняются по правилам, которые установлены стандартами ЕСКД, без точного соблюдения масштаба.

Приведенные учебные материалы ограничены одним изделием, деталью, одним конструкторским документом, чертежом детали, выполненным в виде эскиза.

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ

Конструктивным элементом детали называется часть детали, имеющая определенное назначение (рис. 2.1). Отдельные элементы, которые наиболее часто встречаются в деталях, полученных механической обработкой:

- **фаска** — скошенная кромка цилиндрического стержня или плиты;
- **лыска** — плоский участок на поверхности цилиндра, выполненный обычно с двух противоположных сторон для охвата гаечным ключом;

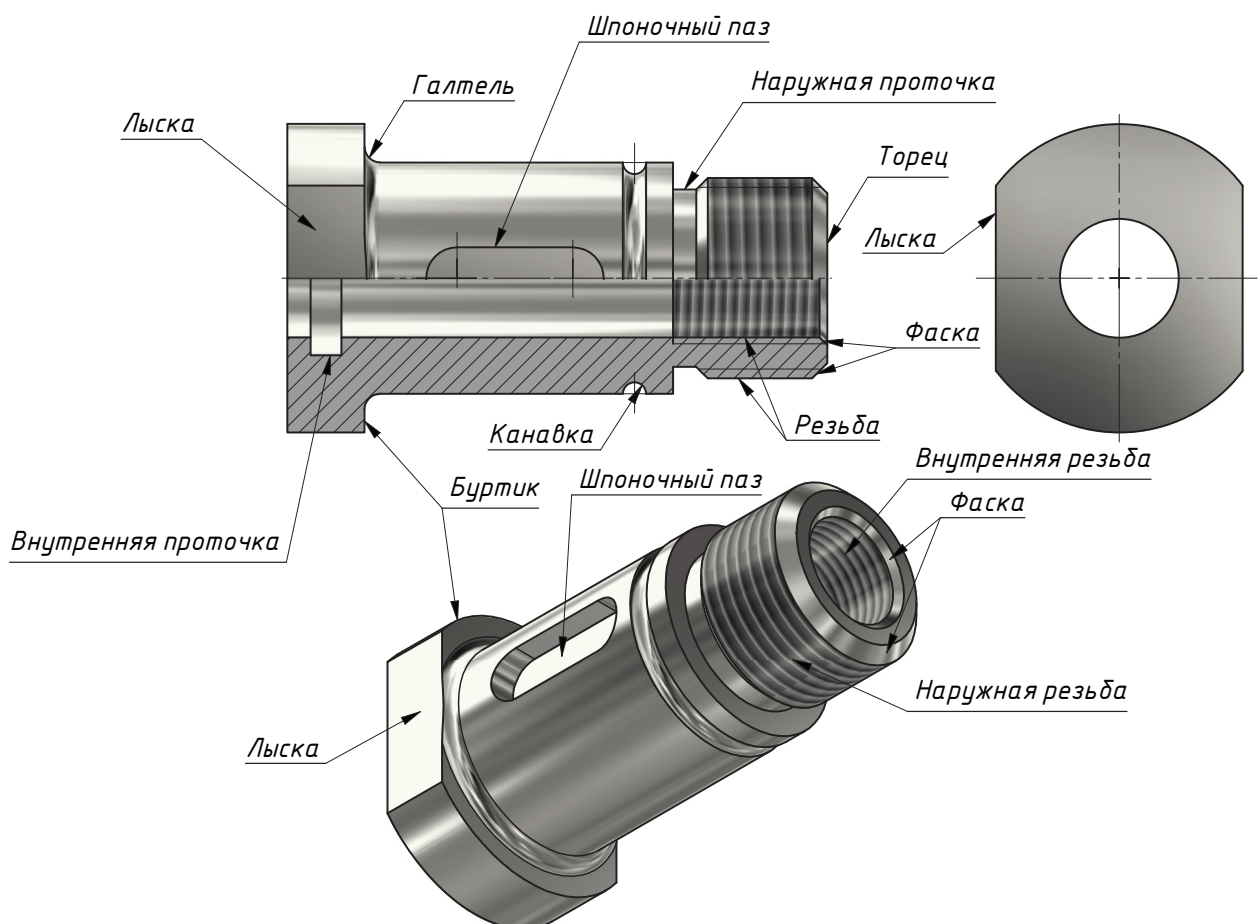


Рис. 2.1. Конструктивные элементы детали

- **проточка** — участок поверхности детали, предназначенный для устранения недореза резьбы за счет уменьшения диаметра стержня для наружной резьбы и увеличения диаметра отверстия для внутренней резьбы и обеспечивающий выход резьбообразующего инструмента;
- **шпоночный паз** — углубление на валу, предназначенное для установки шпонки;
- **галтель** — криволинейная поверхность плавного перехода от меньшего сечения вала к большему, служит для уменьшения концентрации напряжений, упрочнения конструкции;
- **торец** — поперечная грань стержня, бруска;
- **отверстие** — пустоты цилиндрической, конической или гранной формы в теле детали. Отверстия бывают сквозные и глухие, гладкие и резьбовые, одинакового сечения по всей длине или ступенчатые, с проточками;
- **резьба** — винтовая поверхность для соединения деталей изделия.

Элементы деталей делятся на стандартные и нестандартные. **Стандартными** являются элементы, форма, размер и способ изображения на чертеже которых полностью регламентируются стандартами [5–9].

Изображение и обозначение резьбы

Сложные сборочные конструкции часто состоят из деталей, которые соединяются между собой с помощью резьбы.

Резьба — это винтовая поверхность, образованная при перемещении плоского контура, который задает профиль резьбы, по винтовой линии вдоль цилиндрической или конической поверхности.

Контур может быть в виде геометрических фигур: треугольник, квадрат, прямоугольник, круг, трапеция.

Резьбы условно можно разделить по применению на следующие группы: крепежные — метрические, конические, трубные — (рис. 2.2, 2.3) и ходовые — упорные и трапецеидальные — (рис. 2.4, 2.5).

Крепежные резьбы используются при значительных осевых и радиальных нагрузках. Метрические резьбы применяются при изготовлении стандартных крепежных резьбовых деталей — болтов, винтов, шпилек, гаек. Основные размеры метрических резьб приведены в стандарте [10].

Трубные резьбы должны выполнять функции крепежных резьб — выдерживать нагрузки, которые возникают при перемещении жидких и газообразных продуктов под давлением, а также обеспечивать герметичность. Параметры трубных резьб (конической и цилиндрической) описаны в стандартах [11 и 12]. Коническая трубная резьба используется для обеспечения надежных соединений у сливных пробок, используемых даже без уплотнений.

Ходовые резьбы используются для вращательно-поступательных перемещений материалов в технологических производствах горно-обогатительных, металлургических и машиностроительных предприятий. Резьбы этой группы также используются для обеспечения надежной работы часовых механизмов. Примеры ходовых резьб (упорной и трапецеидальной) и их параметров приведены в стандартах [13 и 14].

Крепежные резьбы

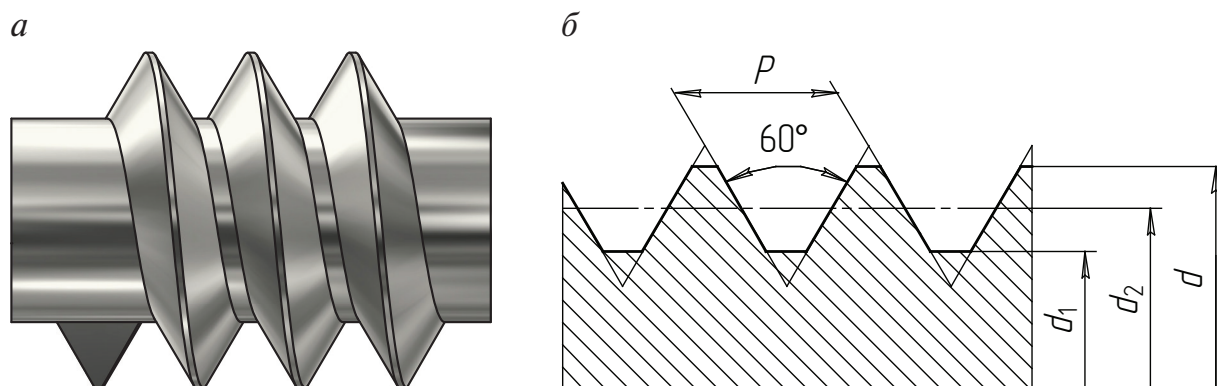


Рис. 2.2. Изображение (а) и профиль (б) цилиндрической метрической резьбы

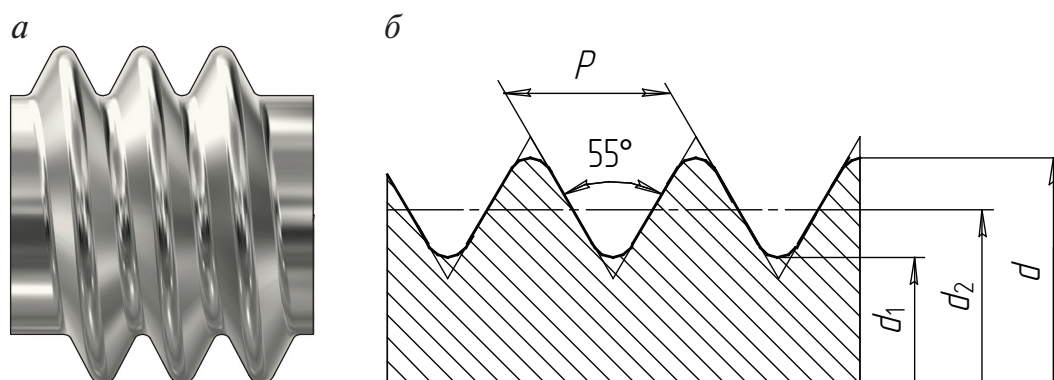


Рис. 2.3. Изображение (а) и профиль (б) трубной цилиндрической резьбы

Ходовые резьбы

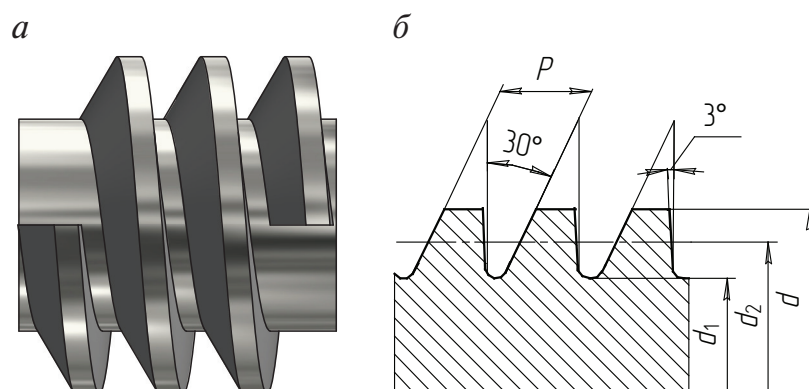


Рис. 2.4. Изображение (а) и профиль (б) упорной резьбы

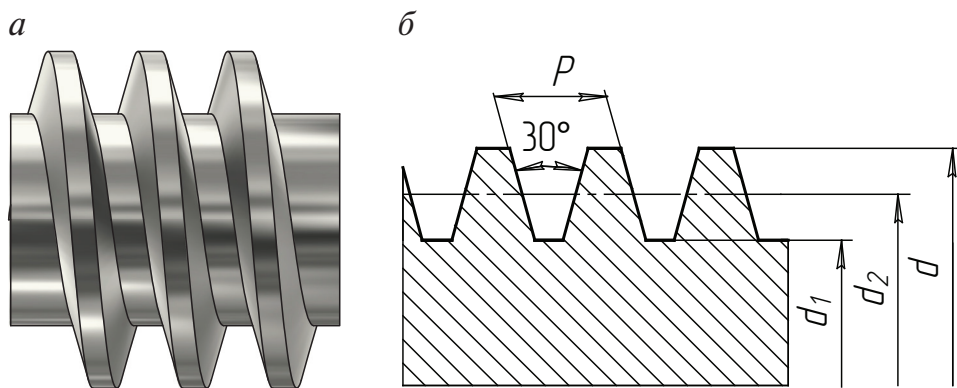


Рис. 2.5. Изображение (а) и профиль (б) трапецеидальной резьбы

Соединяемые детали имеют резьбу на внешней и внутренней поверхностях. Резьбу изображают на чертежах условно [9], сплошной тонкой линией [15], параллельно линии контура и на 3/4 окружности на профильной проекции (рис. 2.6).

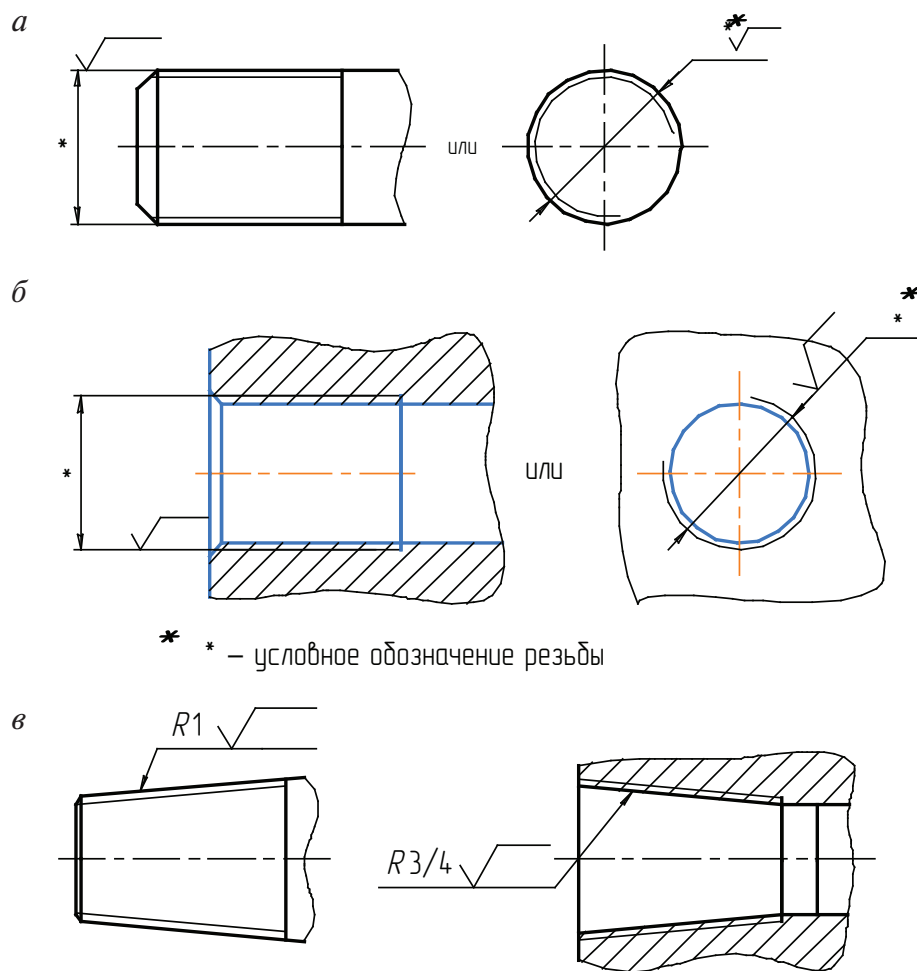


Рис. 2.6. Изображение и обозначение резьбы:
а и б — для метрической, трапецеидальной и упорной;
в — для трубных (цилиндрической и конической)

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, которая параллельна оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу приблизительно на $3/4$ окружности.

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Резьбу в отверстии на продольном разрезе изображают сплошной тонкой линией по наружному диаметру и сплошной основной по внутреннему диаметру резьбы. На плоскости, перпендикулярной оси резьбы, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, равную примерно $3/4$ окружности.

Линию, определяющую границы резьбы, наносят всегда в конце полного профиля резьбы (до сбега) сплошной основной линией до линии наружного диаметра резьбы.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, которая перпендикулярна оси резьбы, не изображают (рис. 2.6).

В процессе изготовления резьбы могут иметь место следующие технологические элементы: сбеги, недорезы, проточки и фаски. Размеры этих элементов для метрических, трубных, дюймовых и трапецеидальных резьб устанавливает стандарт [8].

Сбег — это участок, на котором происходит уменьшение профиля резьбы (рис. 2.7). Он является нерабочей частью резьбы. На чертежах сбег обычно не изображают (рис. 2.8). Нередко в конце участка с резьбой находится опорная плоскость (заплекчик (рис. 2.7)), которая не позволяет доводить инструмент до упора с ней. В этом случае помимо сбега резьбы имеет место недовод. Вместе сбег и недовод образуют недорез резьбы. Величина нормального недореза для наружной метрической резьбы составляет примерно $2P$, для внутренней — $4P$, где P — шаг резьбы.

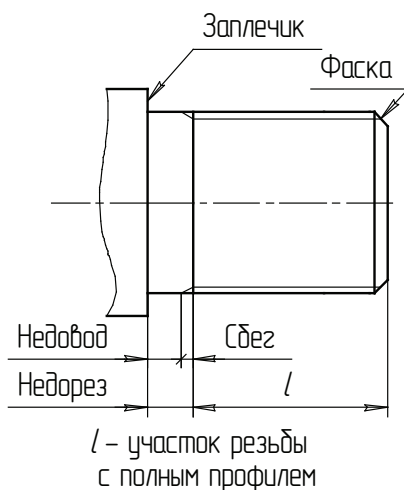


Рис. 2.7. Элементы резьбы

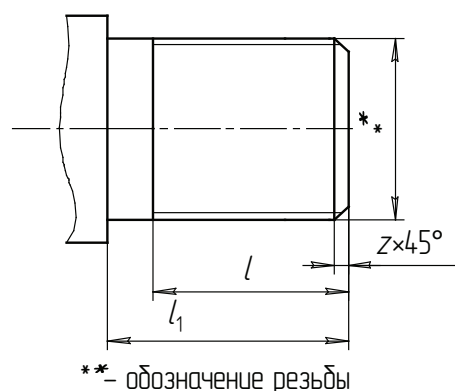


Рис. 2.8. Простановка размеров на резьбу без проточки

При невозможности или недопустимости изготовления резьбы со сбегом на его месте выполняют проточку для выхода резьбонарезающего инструмента. Размер положения проточки определяется технологией процесса изготовления детали. Для указания конкретного типа резьбы на ее изображение наносят условные обозначения в соответствии со стандартом на эту резьбу (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Примеры обозначения резьб

Тип резьбы и номер стандарта	Условное обозначение. Размеры, указываемые на чертеже, мм и дюймы (для трубных резьб)	Пример обозначения
Крепежные		
Метрическая, ГОСТ 8724–2002 с крупным шагом	M Номинальный (наружный) диаметр (20), шаг (2,5)	M20
Метрическая, ГОСТ 8724–2002 с мелким шагом	M Номинальный (наружный) диаметр (12), шаг (1,25)	M12×1,25
Трубная цилиндрическая, ГОСТ 6557–81	G Условное обозначение в дюймах	G3/4
Трубная коническая, ГОСТ 6211–81	<i>R</i> — наружная <i>R_c</i> — внутренняя Условное обозначение в дюймах	<i>R</i> ½ <i>R_c</i> ½
Ходовые		
Трапецеидальная однозаходная, ГОСТ 24738–81	Tr Наружный диаметр; шаг	Tr40×7
Упорная, ГОСТ 10177–82	S Номинальный (наружный) диаметр (32), шаг (6)	S32×6

Конструктивные элементы, их использование, правила выполнения на чертеже, описанные в данном разделе, следует учитывать при чтении и выполнении чертежей деталей и сборок.

3. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ

Чертеж детали — основной конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля [3]. На каждую деталь выпускается отдельный чертеж, который должен соответствовать всем стандартам ЕСКД.

Основные требования к чертежам приведены в стандарте [16].

Чертеж детали должен содержать:

- 1) минимальное, но достаточное число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью определяющих форму детали;
- 2) размеры, необходимые для изготовления, контроля и испытаний детали;
- 3) предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей (на учебных чертежах не указывают);
- 4) требования к шероховатости поверхностей детали;
- 5) обозначение покрытий, термических и других видов обработки (на учебных чертежах не указывают).

Форматы

Выполнение чертежа следует начинать с выбора формата. **Формат** — это размер листа конструкторского документа (лист бумаги обычно больше, чем конструкторский документ), ГОСТ 2.301–68 [17] устанавливает форматы. Размеры и обозначения форматов приведены ниже.

Размеры и обозначения форматов

Обозначение формата	Размеры сторон формата
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

Рамка чертежа выполняется, отступая 20 мм слева и по 5 мм с трех других сторон от границ формата.

Выбор формата листа для выполнения чертежа требует анализа выполняемого задания с целью принять во внимание следующие параметры:

1. Сложности конструкции детали.
2. Габаритные размеры.
3. Наличие мелких элементов.
4. Необходимость выполнения большого количества изображений для получения полной информации о детали.

Результатом анализа должен быть выбор количества листов нужных форматов.

Основные надписи

Основная надпись — это обязательный элемент любого чертежа. Содержание основной надписи, её расположение и размеры регламентируются ГОСТ 2.104–2006 [18] (рис. 3.1 и 3.2). Если чертеж выполнен на одном листе, то в графе «Листов» указывают «1», графа «Лист» не заполняется.

1 Неуказанные радиусы скруглений 5 мм.
2 *Размеры для справок.

					2101.000.002			
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов В.А.							2:1
Пров.	Петров М.Т.							
Т.контр.								
Н.контр.				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		Лист 1 Листов 2		
Утв.	Семенова Н.В.					УрФУ кафедра ИГ группа НМТ-100717		
					Копировал			
					Формат А3			

Рис. 3.1. Основная надпись и технические требования на фрагменте чертежа детали, выполненного на двух листах

					2101.000.002				Лист
									2
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
					Копировал				
					Формат А4				

Рис. 3.2. Основная надпись на фрагменте чертежа детали, выполненного на втором листе

В основной надписи указываются необходимые сведения: обозначение документа и наименование изделия, информация о предприятии, разработавшем документ, вес изделия, масштаб, стадия разработки, номер листа, дата выпуска чертежа, а также информация о лицах, ответственных за данный документ.

Наименование детали в основной надписи чертежа следует выполнять в именительном падеже, единственном числе, симметрично относительно контуров линий графы, без переносов. Для выполнения этих требований подбирается соответствующий размер шрифта. Если наименование состоит из нескольких слов, вначале ставится существительное, а затем определение, например: «Стойка опорная».

Обозначение материала приводится в основной надписи чертежа и состоит из названия материала, его марки и номера стандарта на материал. Если в марке присутствует указание на материал, то название материала обычно не приводится (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Примеры обозначений материалов

Название материала, номер стандарта	ГОСТ	Марка материала	Пример обозначения
Сталь углеродистая обыкновенного качества	380–2005	Ст3, Ст5	Ст3 ГОСТ 380–2005
Сталь углеродистая качественная конструкционная	1050–2013	20, 30, 40	Сталь 20 ГОСТ 1050–2013
Сталь легированная	4543–2016	20X, 40XH	Сталь 20X ГОСТ 4543–2016
Сплав алюминиевый	4784–2019	Д16, Д18	Д16 ГОСТ 4784–2019
Латунь	15527–2004	Л60	Л60 ГОСТ 15527–2004

Экономически выгодным является использование проката для изготовления некоторых деталей. **Прокат** в металлургии — продукция, получаемая на прокатных станах путем горячей, теплой или холодной прокатки. **Сортаментом** называют совокупность стандартных профилей (форма поперечного сечения прокатанного изделия), отличающихся по форме и размерам.

Обозначения материалов деталей (кроме характеристики материала), изготовляемых из сортового проката, содержат следующие сведения:

1. Наименование сортового материала.
2. Размерная и качественная характеристики профиля.
3. Номер стандарта, в котором изложены требования к данному профилю.

Примеры условного обозначения материала детали.

1. Из горячекатаной стали шестигранного профиля по ГОСТ 2879–2006 обычной точности прокатки с размером «под ключ» 22 мм, марки стали 25 по ГОСТ 1050–2013:

Шестигранник $\frac{22 \text{ ГОСТ } 2879-2006}{25 \text{ ГОСТ } 1050-2013}$.

2. Из прутка квадратного профиля с размером стороны квадрата 40 мм по ГОСТ 2591–2006, марки стали 20 по ГОСТ 1050–2013:

$$\text{Квадрат} \frac{40 \text{ ГОСТ } 2591-2006}{20 \text{ ГОСТ } 1050-2013}.$$

3. Из горячекатаной круглой стали обычной точности прокатки диаметром 20 мм по ГОСТ 2590–2006, марки стали Ст3 по ГОСТ 380–2019, поставляемой по техническим требованиям ГОСТ 535–2005:

$$\text{Круг} \frac{B20 \text{ ГОСТ } 2590-2006}{\text{Ст3 ГОСТ } 535-2005}.$$

4. Из угловой равнополочной стали размером 50×50×3 мм по ГОСТ 8509–93, марки стали Ст3 по ГОСТ 380–2019, обычной точности прокатки (Б), поставляемой по техническим требованиям ГОСТ 535–2005:

$$\text{Уголок} \frac{Б - 50 \times 50 \times 3 \text{ ГОСТ } 8509-93}{\text{Ст3 ГОСТ } 535-2005}.$$

5. Из двутавровой балки № 16 по ГОСТ 8239–89, марки стали Ст5 по ГОСТ 380–2019, поставляемой по техническим требованиям ГОСТ 535–2005:

$$\text{Двутавр} \frac{16 \text{ ГОСТ } 8239-89}{\text{Ст5 ГОСТ } 535-2005}.$$

6. Из швеллера № 12 по ГОСТ 8240–97, марки стали Ст4 по ГОСТ 380–2019, поставляемой по техническим требованиям ГОСТ 535–79:

$$\text{Швеллер} \frac{12 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст4 ГОСТ } 535-2005}.$$

7. Из широкой полосы прямоугольного сечения толщиной 20 мм и шириной 600 мм по ГОСТ 82–70, марки стали Ст3 сп по ГОСТ 380–2019, поставляемой по техническим требованиям ГОСТ 14637–89:

$$\text{Широкая полоса} \frac{20 \times 600 \text{ ГОСТ } 82-70}{\text{Ст3сп ГОСТ } 14637-89}.$$

8. Из калиброванной круглой стали марки 45 диаметром 10 мм класса точности 4 по ГОСТ 7417–75, качества поверхности группы В по ГОСТ 1051–73:

$$\text{Круг} \frac{10 - 4 \text{ ГОСТ } 7417-75}{45 - В \text{ ГОСТ } 1051-73}.$$

9. Из калиброванного квадратного прутка с размером стороны квадрата 12 мм класса точности 5 по ГОСТ 7417–75, марки стали 40Х по ГОСТ 4543–2016, поставляемой по техническим требованиям ГОСТ 1051–73:

$$\text{Квадрат} \frac{12(5) \text{ ГОСТ } 7417-75}{40X \text{ ГОСТ } 1051-73}.$$

10. Из стальной бесшовной трубы обычной точности изготовления по ГОСТ 8732–78, с наружным диаметром 76 мм, толщиной стенки 3,5 мм, длиной 1250 мм, марки стали 10, изготавливаемой по группе Б (ГОСТ 8731–74):

Труба $\frac{70 \times 3,5 \times 1250 \text{ кр ГОСТ 8732-78}}{\text{Б10 ГОСТ 8731-87}}.$

Если в стандарте на сортовой материал изложены и технические требования, то в условном обозначении указывается только номер стандарта на сортовой материал.

Пример:

Лента толщиной 2 мм, шириной 50 мм по ГОСТ 6009–74, из стали марки БСт2 пс по ГОСТ 380–2005:

Лента 2×50 БСтпс ГОСТ 6009–74.

Технические требования

Технические требования выполняются на определенном месте поля чертежа: над основной надписью, на первом листе без заголовка (рис. 3.1). Заголовок «Технические требования» пишется в случае, когда есть на чертеже «Техническая характеристика». Место над основной надписью изображениями не занимают.

Изображения на чертеже детали

Правила выполнения изображений на чертежах устанавливает ГОСТ 2.305–2008 [19].

Перед выполнением чертежа детали предстоит определить количество изображений, выбрать главный вид, содержание всех изображений.

Количество изображений на чертеже детали зависит от ее сложности и должно быть минимальным, но достаточным для выявления формы и конструктивных особенностей деталей. Также оно во многом зависит от правильного выбора главного вида.

Главный вид (вид спереди) — изображение, которое дает наиболее полную информацию о форме и размерах детали. Главный вид ориентируют по отношению к основной надписи таким образом, чтобы было удобно пользоваться чертежом при изготовлении и контроле параметров детали.

Для деталей, форма которых представляет собой совокупность соосных тел вращения, достаточно одного изображения с указанием знака Ø (рис. 3.3). Ось симметрии располагается горизонтально, параллельно основной надписи чертежа, что соответствует положению детали при ее обработке.

Детали, ограниченные поверхностями вращения разного диаметра, обычно вычерчивают так, чтобы участки с большими диаметрами на внешней части рас-

полагались левее участков с меньшими диаметрами. Это соответствует расположению детали на станке при токарной обработке.

При наличии сквозных отверстий на изображении целесообразно совместить половину вида и половину разреза (при полной симметрии изображения), рис. 3.3 и 3.4.

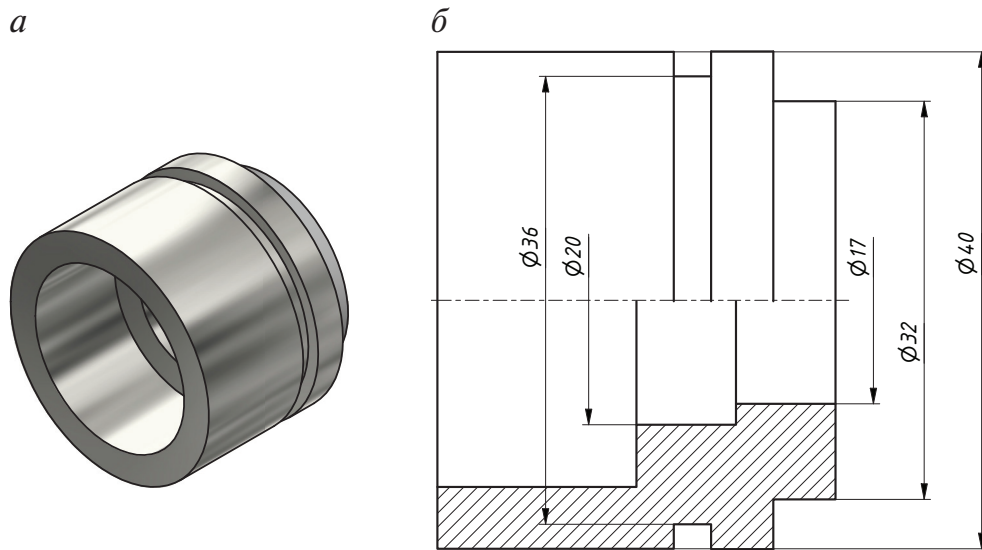


Рис. 3.3. Деталь, образованная телами вращения:

a — модель; *б* — половины вида и разреза, разделенные линией оси (по центру)

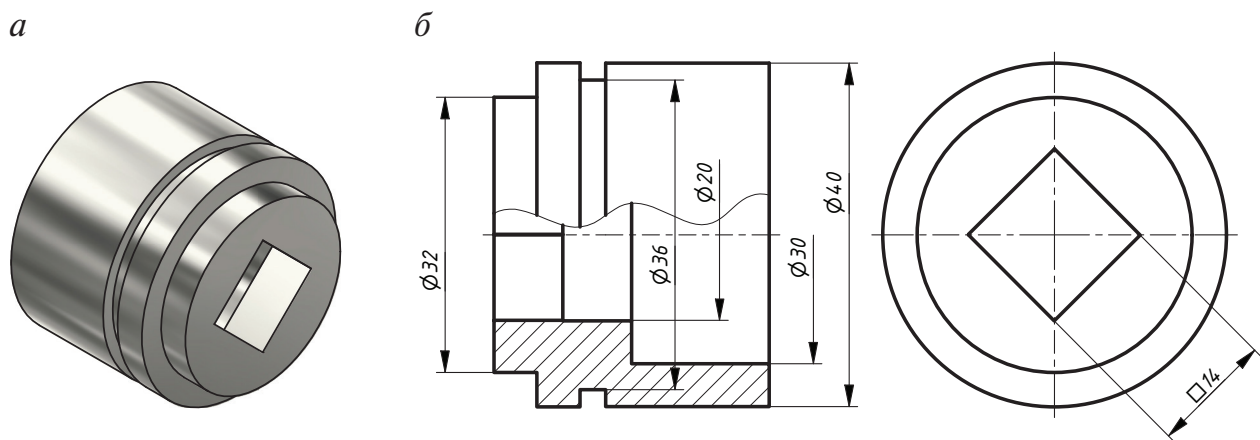


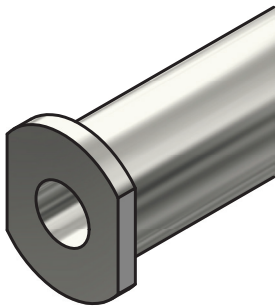
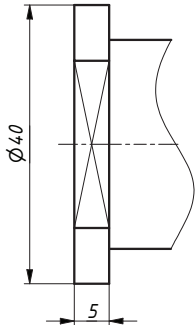
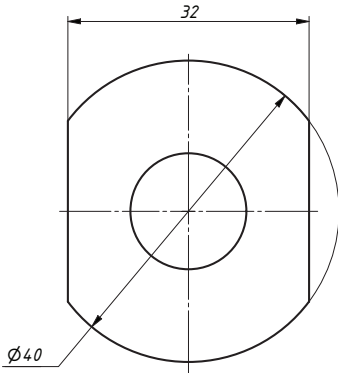
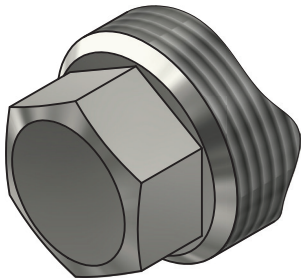
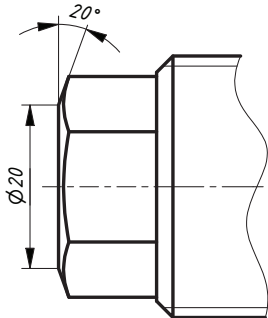
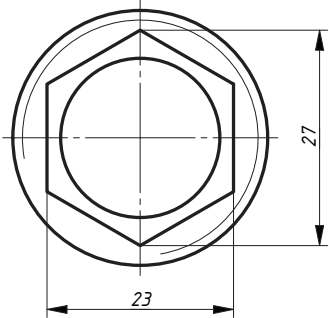
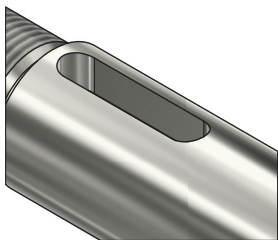
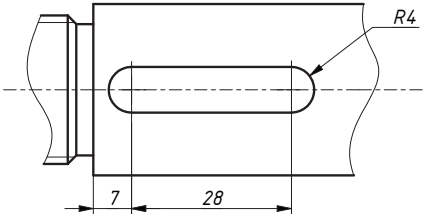
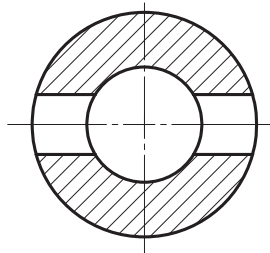
Рис. 3.4. Деталь, образованная телами вращения при наличии проекции ребра, совпадающей с осью:

a — модель; *б* — вид и разрез, отделенные линией обрыва

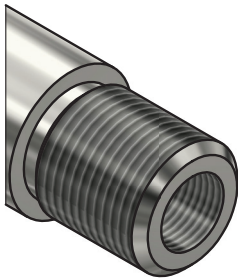
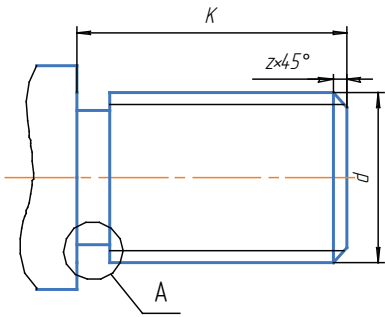
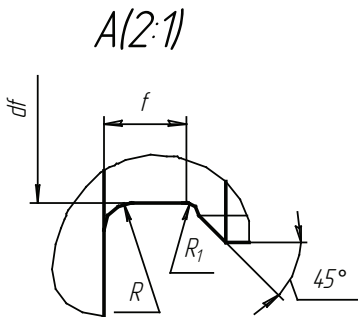
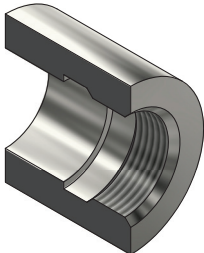
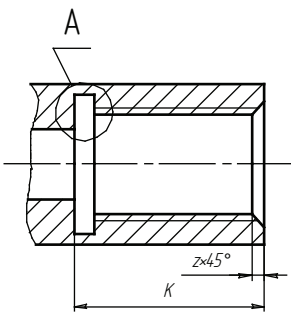
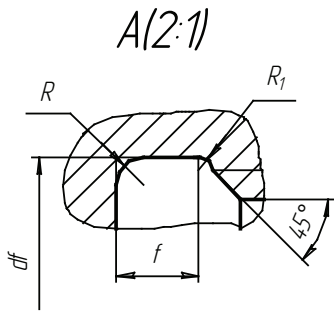
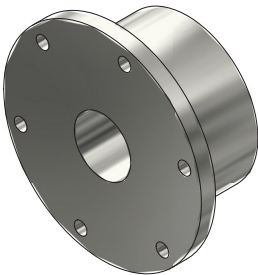
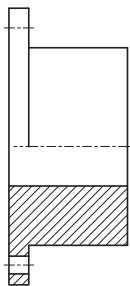
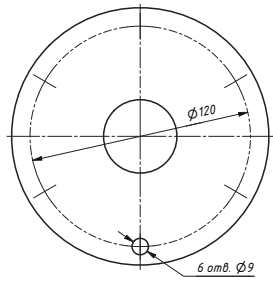
Если деталь имеет гранные поверхности, то на главном виде должно быть изображено максимальное число граней. Для шпоночного паза нужно показать его форму в проецирующем положении и вынесенное сечение для определения его глубины (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Изображение некоторых элементов деталей на чертеже

Элемент детали, наименование элемента детали	Необходимые виды и разрезы некоторых элементов деталей	
	Главное (или обязательное) изображение на одном из основных видов	Вид слева, разрез или сечение
1	2	3
 <p>Лыска</p>	 <p>Главное изображение дает максимальное количество поверхностей — это две поверхности, плоскость и цилиндрическая поверхность</p>	 <p>Вид с размером под ключ</p>
 <p>Шестигранная призма</p>	 <p>Максимальное количество поверхностей — 3 грани</p>	 <p>Вид с размерами под ключ</p>
 <p>Паз</p>	 <p>Вид паз (проецирующее положение) и размеры, задающие положение и параметры паз</p>	 <p>Поперечный разрез показывает, что паз — сквозной</p>

Окончание табл. 3.2

1	2	3
 <p>Внешняя проточка и фаска</p>	 <p>Проточка на виде показывается упрощенно. Ее форма и размеры выявляются с помощью выносного элемента</p>	 <p>Размеры проточки берутся из таблицы ГОСТ 10549–80</p>
 <p>Внутренняя проточка и фаска</p>	 <p>Проточка на виде показывается упрощенно. Ее форма и размеры выявляются с помощью выносного элемента</p>	 <p>Размеры проточки берутся из таблицы ГОСТ 10549–80</p>
 <p>Массив одинаковых элементов (круговой или прямоугольный), на рисунке четыре отверстия, расположенные на окружности</p>	 <p>Отверстия на чертеже следует показывать в продольных разрезах</p>	 <p>При равномерном расположении одинаковых элементов ограничиваются изображением одного и указанием их количества. Цель профильной проекции — показать расположение отверстий, диаметр центров отверстий, количество и размер отверстий</p>

4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Нанесение размеров на чертеже должно выполняться в соответствии с ГОСТ 2.307–2011 [20].

Числовые значения на чертеже детали

Числовые значения проставляют в миллиметрах без обозначения единиц измерения. При указании размеров, не заданных принятыми стандартами, следует пользоваться нормальными линейными размерами по ГОСТ 6636–69 [21]. Если размер установлен какими-либо стандартами (например, диаметр поверхности под подшипник), то этот стандарт будет задавать численное значение.

Размеры типовых стандартных конструктивных элементов регламентируются соответствующими стандартами:

- ГОСТ 10549–80. Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски [8].
- ГОСТ 13682–80. Места под ключи гаечные. Размеры [22].
- ГОСТ 6424–73. Зев (отверстие), конец ключа и размер «под ключ» [23].
- ГОСТ 21474–75. Рифления прямые и сетчатые. Форма и основные размеры [24].

Приложение 6 содержит предпочтительные числа, приведенные в соответствии с рядами нормальных линейных размеров. Эти ряды в стандарте [21] обозначены *Ra*. Не следует путать это обозначение с обозначением шероховатости. При выборе размеров предпочтение должно отдаваться рядам с более крупной градацией (ряд *Ra5* следует предпочитать ряду *Ra10*; ряд *Ra10* — ряду *Ra20*; ряд *Ra20* — ряду *Ra40*).

Простановка размеров на чертежах деталей сложной конструкции

Простановку размеров деталей сложной конструкции следует начинать с мысленного деления её на составляющие простые геометрические фигуры (цилиндры, конусы, сферы, призмы), которые определяют ее конструктивную

форму. Размеры отдельных составляющих фигур помогают правильно определить размеры, которые образуют изделие и задают расстояния смежных участков конструкции.

При простановке размеров следует учитывать технологию и последовательность изготовления детали.

Размеры должны быть проставлены с геометрической полнотой при учете технологии изготовления детали и согласованы с размерами смежных участков конструкции.

Пример образования детали путем вычитания простых геометрических фигур представлен на рис. 4.1 и в табл. 4.1: параллелепипед с отверстиями в виде параллелепипеда, цилиндра и части конуса.

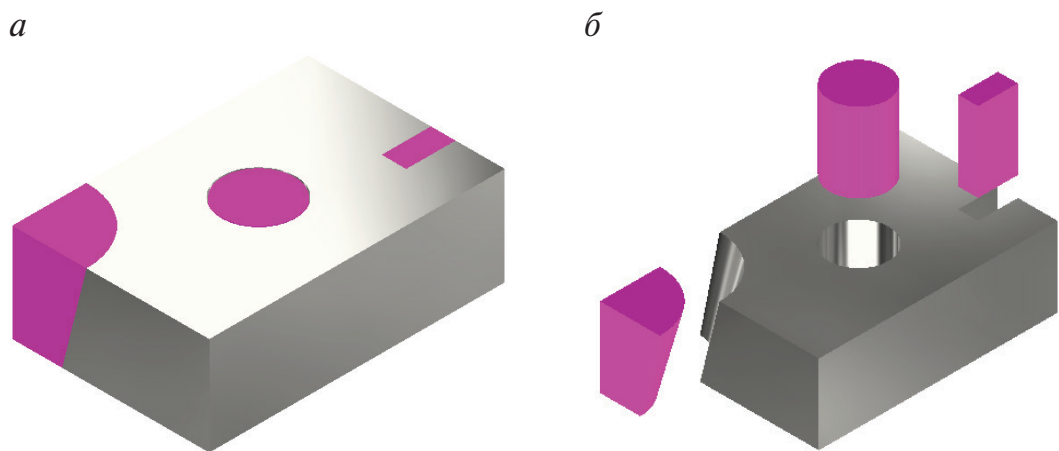
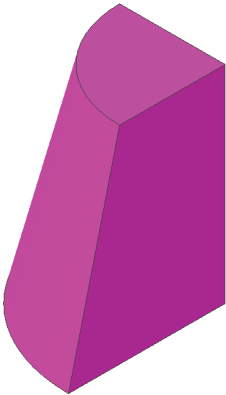
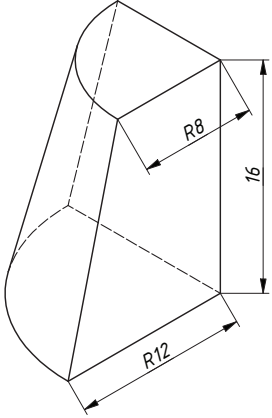


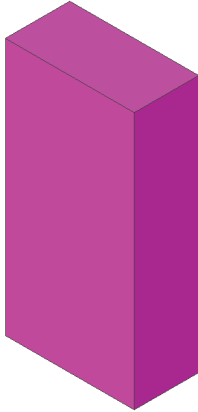
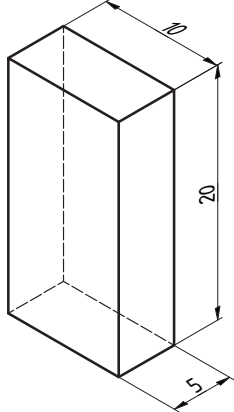
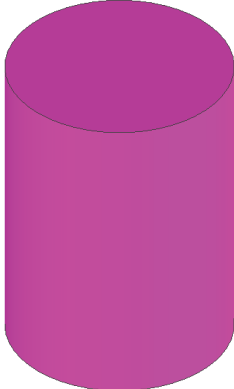
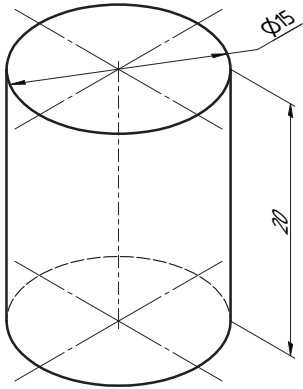
Рис. 4.1. Пример создания детали при помощи вычитания простых геометрических фигур:
а — исходная деталь; б — деталь после вычитания

Таблица 4.1

Вычитаемые геометрические фигуры

Название	Форма	Размеры
Часть усеченного конуса		

Окончание табл. 4.1

Название	Форма	Размеры
Параллелепипед		
Цилиндр		

На рис. 4.2 приведен фрагмент чертежа изделия, на котором размеры проставлены в соответствии с формами образующих изделие поверхностей.

Общие указания по простановке и распределению размеров на чертежах

1. На чертеже всегда указывают действительные (натуральные) размеры детали, независимо от масштаба и точности изображений.
2. Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали.
3. Размерные цепи не должны быть замкнутыми, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный, т. е. не подлежащий выполнению по данному чертежу и наносимый для большего удобства пользования чертежом.
4. Если части вида соединены с частью разреза, размеры наружной формы проставляют со стороны вида, размеры внутренней формы — со стороны разреза.

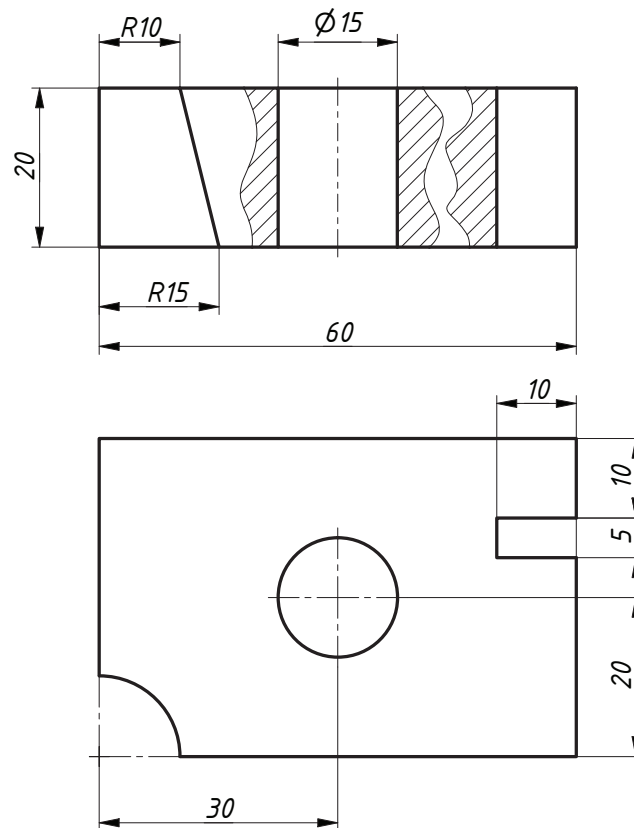


Рис. 4.2. Фрагмент чертежа изделия с размерами, обеспечивающими определение каждого элемента детали

5. Размеры элемента детали следует группировать на одном изображении и не повторять на других.

6. На каждом дополнительном изображении — виде, разрезе, сечении — наносят размеры тех элементов детали, для выявления которых оно выполнено.

7. Диаметры цилиндрических или конических поверхностей рекомендуется наносить на том изображении, где показаны образующие.

8. Если на изображении поверхность изделия очерчена не более половиной окружности, то указывают размер радиуса, если более половины, то указывают диаметр.

9. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения на расстоянии от контура не менее 10 мм.

Способы нанесения размеров на чертеже

Различают несколько способов нанесения размеров: базовый, цепной, комбинированный.

Базовый способ — размер проставляется от одной или нескольких вспомогательных баз.

Размерная база — это поверхность, линия или точка, которые определяют положение детали в механизме при обработке и контроле. В соответствии с этим различают базы конструкторские, технологические и измерительные. Конструкторская и технологическая базы часто совпадают. В случае их различия большую часть размеров проставляют от технологических баз в целях обеспечения простоты изготовления и измерений детали. Такая простановка размеров указывает последовательность операций при обработке детали на станке. В качестве базы часто принимают плоскую обработанную поверхность или ось (рис 4.3).

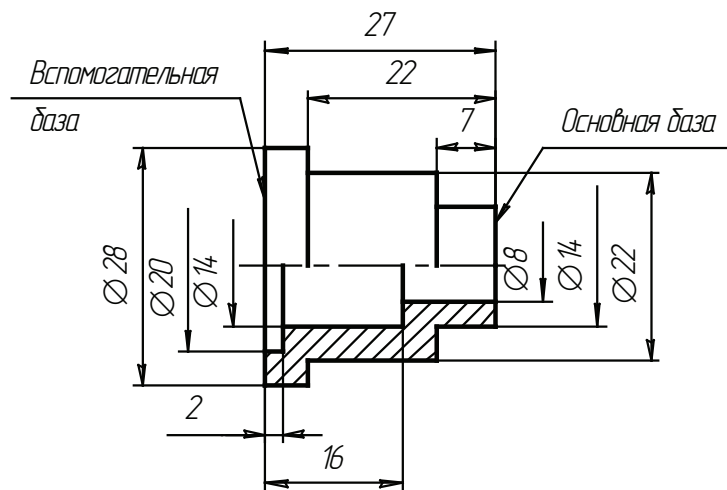


Рис. 4.3. Простановка размеров от базы

Цепной способ — размеры проставляются один за другим (рис. 4.4). Не рекомендуется проставлять цепочкой более двух, трех размеров, т. к. при этом происходит накопление ошибок при изготовлении и измерении изделия.

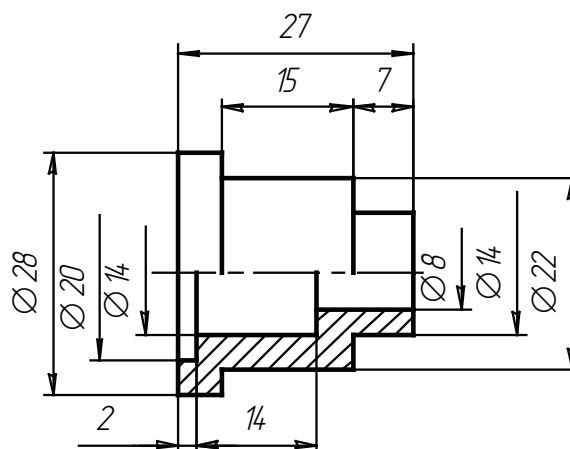


Рис. 4.4. Простановка размеров цепным способом

Комбинированный способ включает базовый и цепной способы. Этот способ имеет наибольшее применение.

5. ЗАДАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Все поверхности любой детали, независимо от способа их получения, имеют макро- и микронеровности в виде выступов и впадин. Характеристика совокупности неровностей, образующих рельеф поверхности и определяющих ее качество, называют **шероховатостью поверхности**.

Значения параметров шероховатости выбирают в зависимости от эксплуатационных, технологических, экономических и эстетических требований, предъявляемых к определенным поверхностям для обеспечения заданного качества изделия. Рабочие (сопрягаемые) поверхности детали обрабатывают более качественно, чем нерабочие.

Шероховатость поверхности регламентирует ГОСТ 2789–73 [25] и ГОСТ 2.309–73 [26]. Первый устанавливает требования к качеству поверхности независимо от способа ее обработки, второй — структуру обозначения шероховатости поверхности и правила нанесения на чертежах.

Шероховатость поверхности классифицируется по параметрам Ra и Rz :

Ra — среднее арифметическое отклонение профиля, является предпочтительным;

Rz — высота неровностей профиля по 10 точкам.

В машиностроительных чертежах при задании шероховатости обычно используют параметр Ra . Значение параметра шероховатости выбирают в зависимости от условий взаимодействия детали с другими деталями в составе механизма.

На детали можно выделить следующие поверхности:

- *сопрягаемые* — поверхности, которые являются охватывающими или охватываемыми, соприкасаясь с поверхностями других деталей;
- *привалочные* — поверхности, которые соприкасаются с поверхностями других деталей, но не являются охватывающими или охватываемыми;
- *свободные* — поверхности, не соприкасающиеся с поверхностями других деталей. Требования к ним наименьшие.

Сопрягаемые поверхности имеют одинаковые значения шероховатости поверхности.

Значения параметра шероховатости Ra для поверхностей различного назначения приведены ниже.

Числовые значения шероховатости поверхностей

Поверхности детали	Рекомендуемое значение Ra , мкм
Свободные поверхности	50; 25; 12,5
Соприкасающиеся поверхности:	
• неподвижные (привалочные)	12,5; 6,3
• подвижные, рабочие (меньшие значения для больших относительных скоростей скольжения)	3,2; 1,6; 0,8
• резьбовые	6,3; 3,2

Примером поверхности с высокими требованиями к обработке поверхности служат шейки валов, сопрягаемые с уплотнениями, где $Ra\ 0,8 \dots Ra\ 0,4$. Большие значения шероховатости для таких поверхностей приводят к преждевременному повреждению уплотнений и выходу из строя механизма. При задании значений шероховатости следует руководствоваться правилом — не задавать меньшие значения шероховатости, так как это приводит к значительному удорожанию детали.

Знаки для обозначения шероховатости (рис. 5.1), структуру обозначения шероховатости поверхности и правила нанесения ее на чертежи устанавливает ГОСТ 2.309–73 [26].

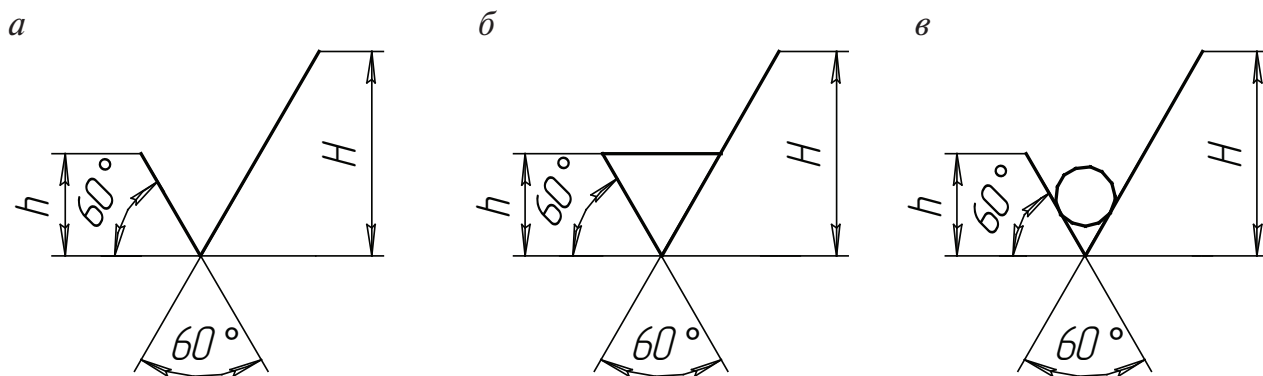


Рис. 5.1. Знаки шероховатости:

a — высота h знаков должна быть равна высоте цифр размерных чисел чертежа; высота H составляет $(1,5 \dots 3)h$; толщина линий знаков $\approx 0,5s$, где s — толщина основной линии, применяемой на чертеже; *б* — обозначение шероховатости поверхностей, способ обработки которых не устанавливается конструктором; *в* — обозначение шероховатости поверхности, которая должна быть образована удалением слоя материала, например, точением, строганием, фрезерованием, полированием и т. п.; *г* — обозначение шероховатости поверхности, которая образована без удаления слоя материала по данному чертежу

Размер шрифта параметра шероховатости такой же, как на чертеже.

Знаки шероховатости поверхностей располагают на линиях видимого контура, на выносных линиях (ближе к размерной линии) и на размерных линиях или на их продолжениях (рис. 5.2).

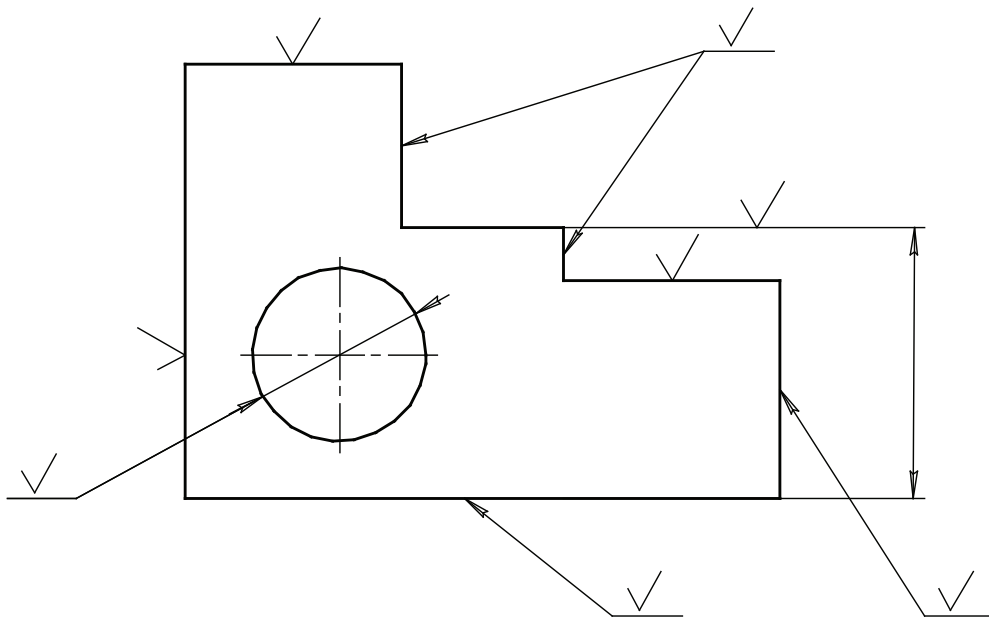


Рис. 5.2. Положение знаков шероховатости на чертеже

Острие знака шероховатости прикасается к обрабатываемой поверхности только с той стороны, откуда возможен подвод режущего инструмента.

Знаки шероховатости поверхности располагают на тех изображениях, на которых проставлены размеры данных поверхностей.

Шероховатость поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, канавок, фасок и т. п.) наносят только один раз.

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят условно на выносную линию для указания размера резьбы или на размерную линию (рис. 5.3).

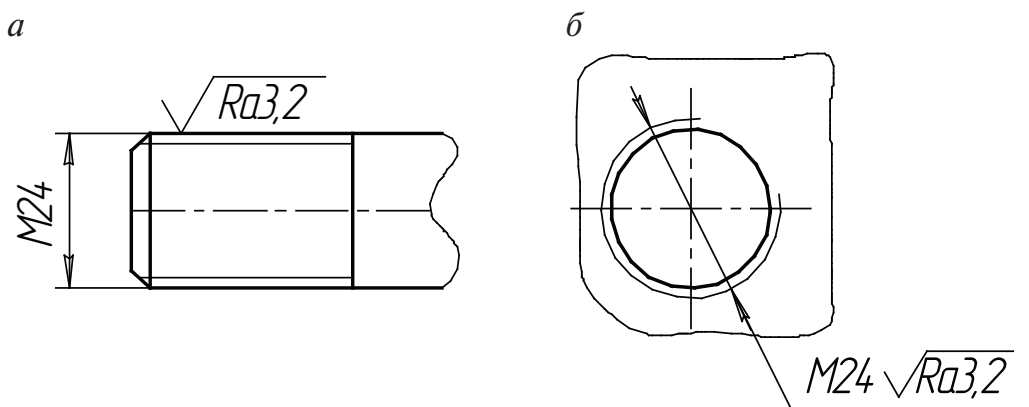


Рис. 5.3. Примеры указания шероховатости

Если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость, то ее обозначение проставляется в правом верхнем углу чертежа, а на изображениях не указывается (рис. 5.4, а). Размеры и толщина линий знака, выносимого в правый

верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем у размерных чисел, нанесенных на изображение. Расстояние от знака до верхней и боковой рамок чертежа должно составлять 5...10 мм (рис. 5.4, *a* и *б*).

Если на чертеже имеются поверхности с другими значениями, то в правом верхнем углу ставят знак шероховатости, дополненный знаком в скобках (рис. 5.4, *б*). На остальных поверхностях указывают соответствующие параметры шероховатости. Значение шероховатости поверхности в верхнем правом углу в этом случае следует задавать, исходя из максимального количества таких поверхностей. В этом случае на изображениях будет необходимость в меньшем количестве знаков шероховатости.

Детали, выполненные из сортового профиля (сортового материала), имеют на большинстве поверхностей шероховатость, заданную стандартом исходного профиля. Чертежи таких деталей имеют неуказанную шероховатость, показанную на рис. 5.4, *в*.

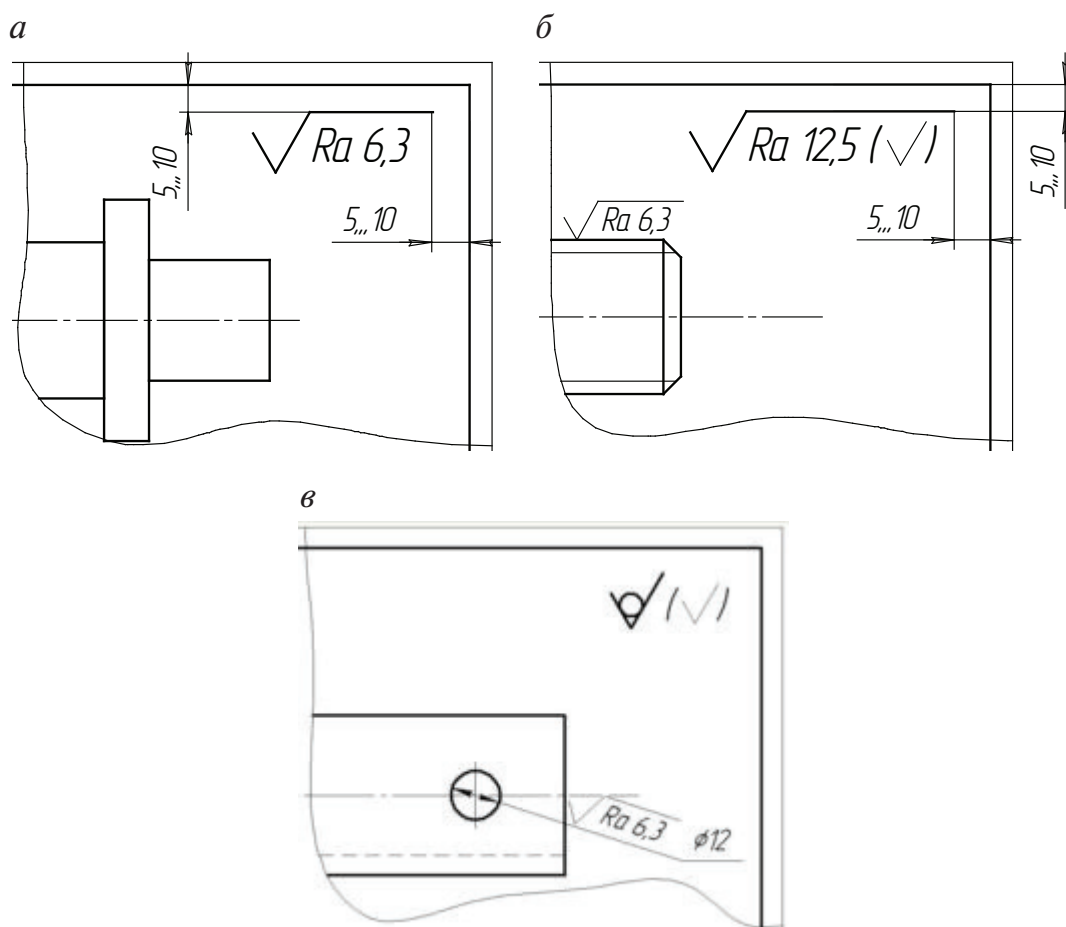


Рис. 5.4. Обозначение шероховатости:

a — одинаковая для всех поверхностей; *б* — часть поверхностей имеет одинаковую шероховатость;
в — поверхности деталей из сортового профиля

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, одинаковая, то обозначение шероховатости следует наносить один раз в соответствии с рис. 5.5. Диаметр окружности вспомогательного знака равен 4...5 мм.

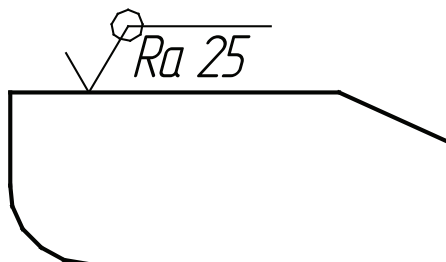


Рис. 5.5. Обозначение шероховатости с одинаковым контуром

Шероховатость поверхностей должна быть задана на чертежах деталей, начертание знаков должно соответствовать стандарту.

6. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ

В условиях производства и при проектировании используются эскизы [4]. Эскиз выполняют, как правило, вручную, в глазомерном масштабе, с сохранением пропорциональности элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами выполнения чертежа [16].

Эскиз каждой детали выполняется на отдельном листе стандартного формата с основной надписью по форме 1 [17, 18].

Деталь, полученная механической обработкой, изготавливается путем удаления режущим инструментом части материала заготовки.

Эскиз детали должен выполняться в определенной последовательности.

1. Рассмотреть деталь, ее конструктивные элементы (рис. 2.1), назначение, материал, технологию изготовления, шероховатость отдельных поверхностей.

Любая деталь представляет собой совокупность простейших геометрических форм: цилиндры, конусы, призмы и т. п. Поэтому ее можно разделить на простейшие геометрические тела. Для детали, полученной механической обработкой, характерно наличие поверхностей вращения, но встречаются и гранные поверхности (рис. 6.1).

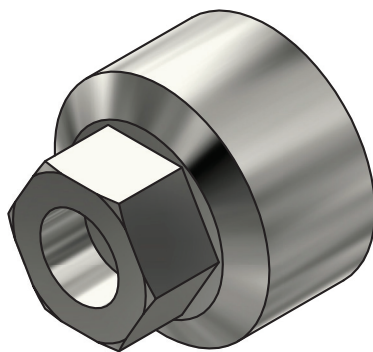


Рис. 6.1. Изображение детали, полученной механической обработкой

2. Выбрать главное изображение, которое должно передать максимальную информацию о форме и размерах наружных и внутренних поверхностей детали, а также учитывать технологию изготовления. Установить минимальный состав

и содержание других изображений (видов, разрезов, сечений и выносных элементов). Определить наличие симметрии детали и решить вопрос о совмещении половин видов с разрезами на одном изображении.

Для деталей, имеющих в своей конструкции поверхности вращения (валы, втулки, гильзы, колеса, диски, фланцы и т. п.), используется механическая обработка заготовок на токарных или аналогичных станках (карусельных, шлифовальных).

Изображение деталей, полученных механической обработкой, на чертежах располагают так, чтобы ось на главном виде была параллельна основной надписи. Если деталь имеет гранные поверхности, то на главном виде должно быть изображено максимальное число граней (рис. 6.2).

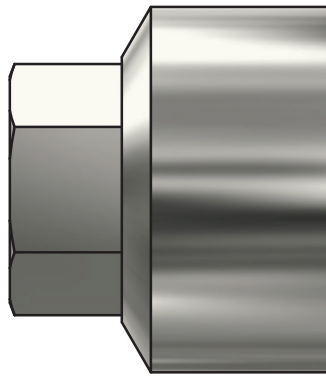


Рис. 6.2. Расположение детали для выполнения изображения главного вида

3. Расположить вид слева в проекционной связи с главным видом в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 2.305—2008 [19]. Для представленной детали при выявлении внешней формы достаточно дать два вида (рис. 6.3).

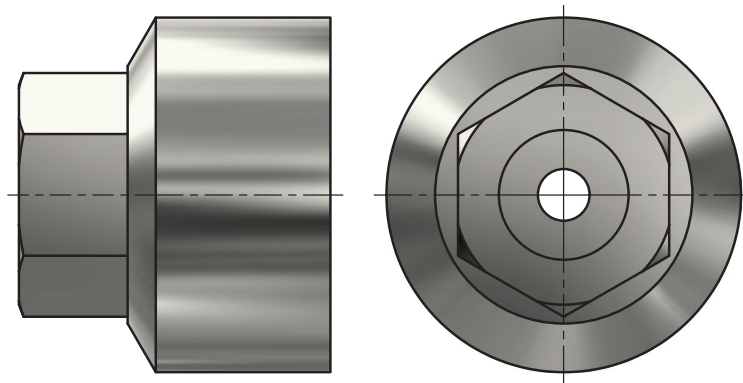


Рис. 6.3. Расположение детали для оформления главного вида и вида слева

4. Показать форму внутренней поверхности детали с помощью фронтального разреза. Так как деталь симметричная, то рационально соединить на главном виде половину вида с половиной разреза (рис. 6.4).

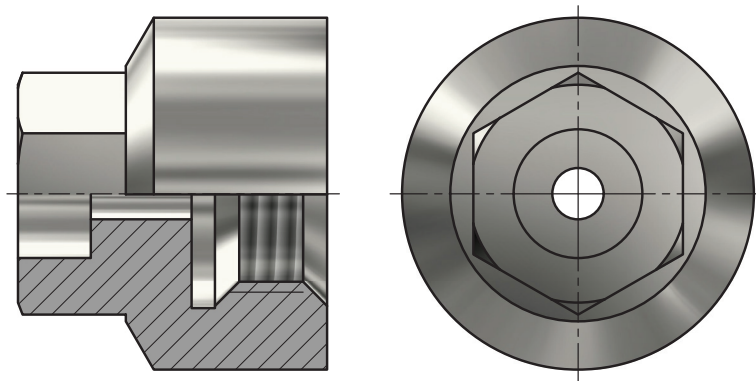


Рис. 6.4. Изображение совмещения вида и разреза для симметричной детали

5. Принять решение о приблизительном (глазомерном) масштабе основных и дополнительных изображений. Принятые масштабы изображений должны отразить конструкцию каждого элемента детали, разместить необходимые размеры и знаки шероховатости поверхностей.

6. Выбрать формат листа, выполнить на нем рамки и основную надпись [17, 18]. Размер формата выбирается в зависимости от сложности и размеров детали так, чтобы было использовано 70–80 процентов пространства листа. Комплектация видов должна быть такой, чтобы не затруднялась простановка размеров и шероховатости.

7. На выбранном формате наметить тонкими сплошными линиями прямоугольники, которые соответствуют габаритам детали и будут выполнены в глазомерном масштабе. Прямоугольники расположить на местах соответствующих видов. Ниже главного вида расположить область в форме квадрата для изображения выносного элемента.

Расстояния между прямоугольниками и рамками формата должны быть достаточны для нанесения размерных линий и условных знаков. Далее можно нанести оси симметрии, если деталь симметрична, центровые линии отверстий, пазов и др. (рис. 6.5).

8. Выполнить тонкими сплошными линиями ориентировочные очертания видимого контура детали, начиная с основных геометрических форм и сохраняя на всех изображениях проекционную связь [15] (рис. 6.6). Построение необходимо начинать с изображения главного вида и вести одновременно на всех основных изображениях, обеспечивая пропорцию в соотношении между частями и конструктивными элементами детали.

Окружности и шестиугольники допускается проводить циркулем. Вычертить тонкими линиями выбранные разрезы и сечения, выявляя внутреннее строение детали (разрезы и сечения должны оставаться временно незаштрихованными).

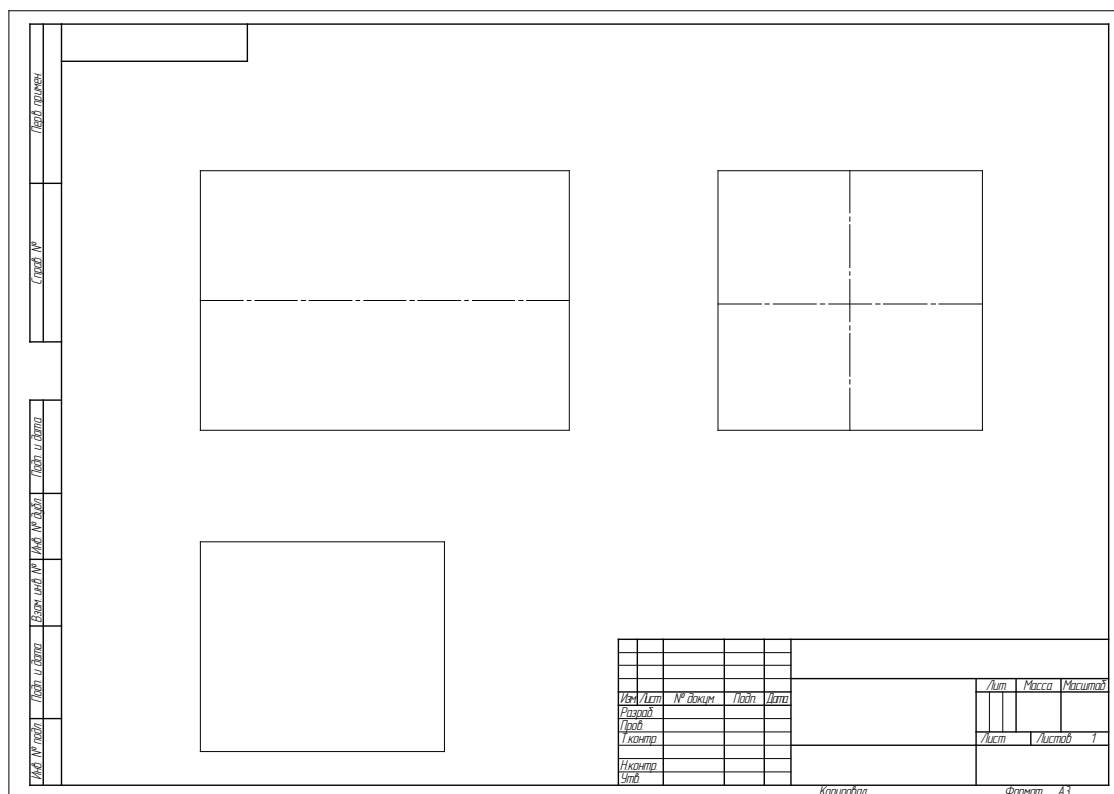


Рис. 6.5. Расположение габаритных прямоугольников с осевыми линиями

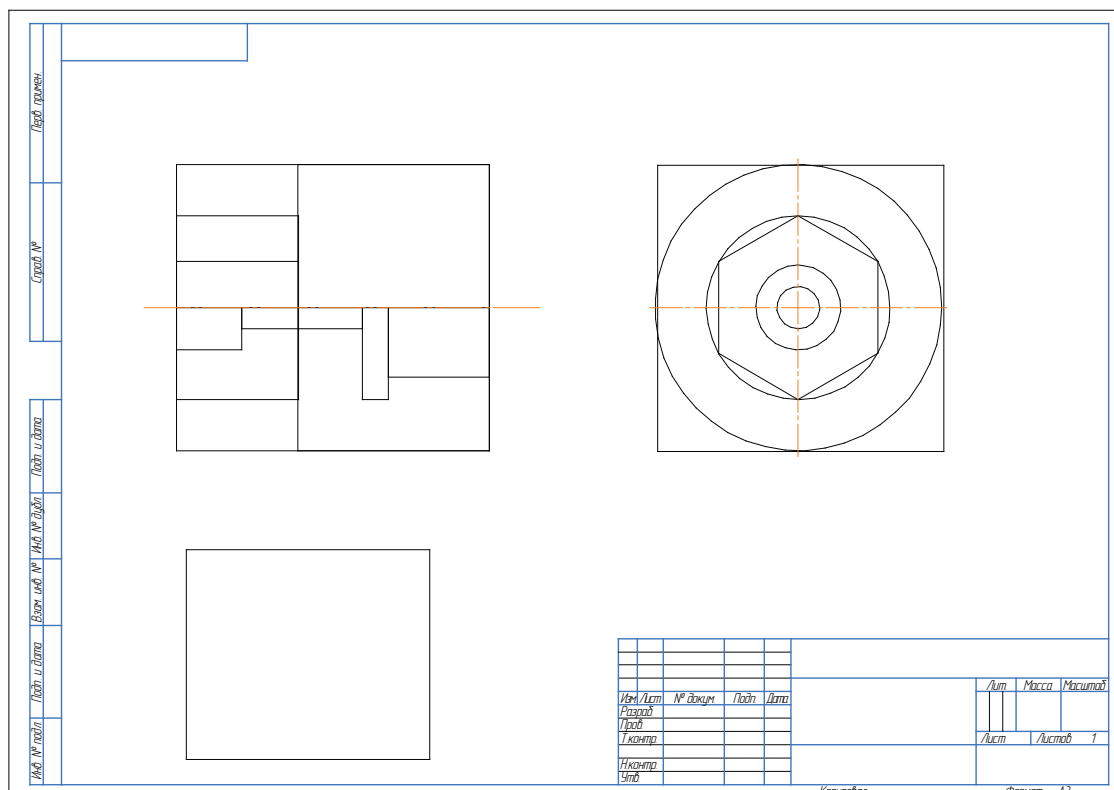


Рис. 6.6. Изображения основных геометрических форм детали

9. Изобразить конструктивные и технологические элементы: фаски, проточки. На главном виде совместить половину вида и половину разреза. Резьбу изображать условно (не зависимо от профиля резьбы) [9]. Для резьбы и проточки показать фаски, скругления и т. п. Обвести контурными линиями отверстия и внешний контур детали, соблюдая соотношение толщин различных типов линий, руководствуясь стандартом ГОСТ 2.303–68 [15]. Заштриховать разрез, удалить вспомогательные линии построений (рис. 6.7). Для выявления формы проточки использовать выносной элемент (рис. 6.8).

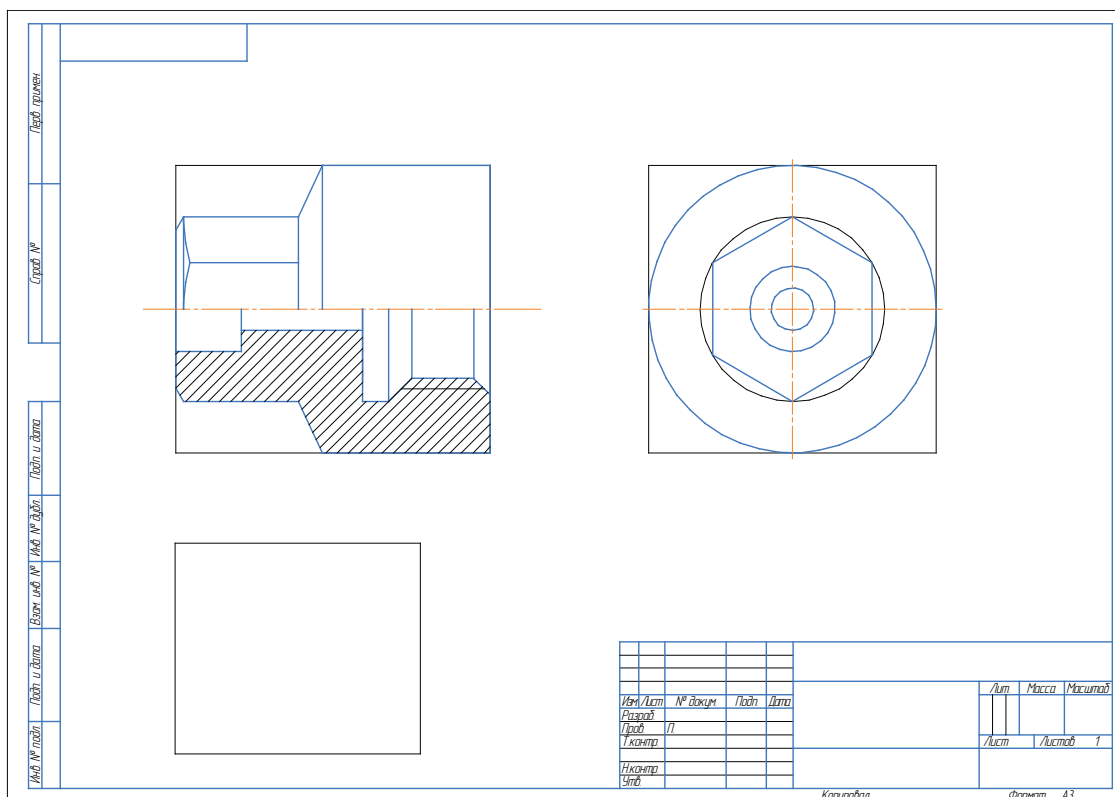
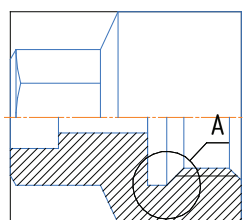


Рис. 6.7. Совмещение половин вида и разреза. Проработка внешних и внутренних форм детали



А (Увеличено)

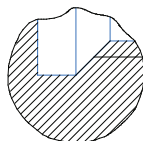


Рис. 6.8. Выносной элемент

10. Построить выносные и размерные линии, стрелки, проставить знаки диаметров, радиусов, резьбы. Обозначить шероховатость поверхностей, руководствуясь стандартом ГОСТ 2.309–73 [26].

Размерные линии определяют положение размеров, количество которых должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали, учитывая технологию ее изготовления. Обязательно должны присутствовать следующие размеры:

- габаритные;
- определяющие величину геометрических форм наружных и внутренних поверхностей детали;
- связующие размеры, характеризующие расположение элементов относительно баз (межосевые, межцентровые).

Необходимо учитывать, что преобладающее количество размеров должно быть проставлено на главном виде, а на остальных видах только те размеры элементов, которые обусловили создание данного вида.

Следует группировать размеры, характеризующие формы внешней поверхности со стороны вида, а внутренней поверхности — со стороны разреза (рис. 6.9).

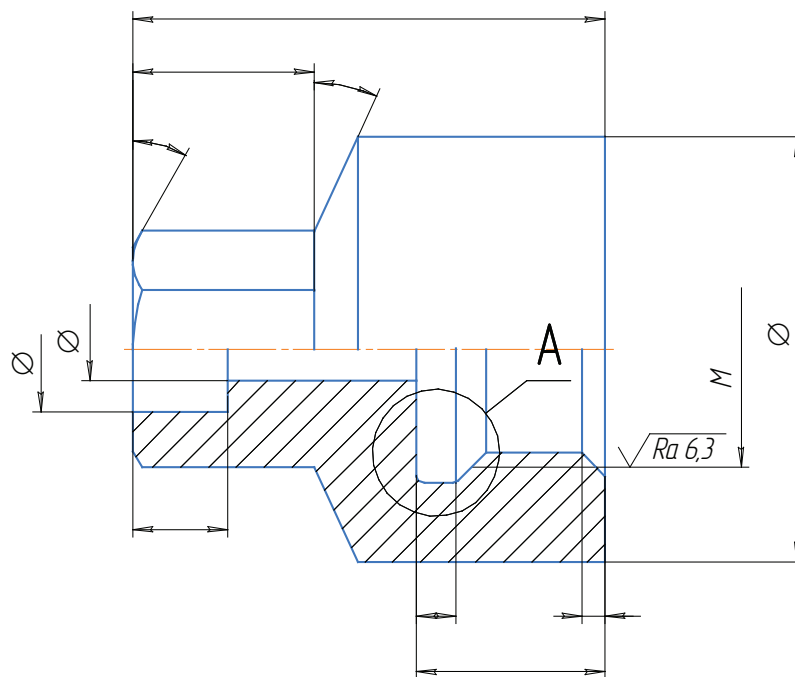


Рис. 6.9. Расположение размерных линий на главном виде

Наличие в детали проточки и фаски требует определенного подхода к простановке размеров. За базовую поверхность принимается правая боковая поверхность детали. От нее проводится размерная линия до левого края проточки. От левого края проточки в обратном направлении показывается длина проточки. Размер фаски откладывается также от базовой поверхности (рис. 6.10).

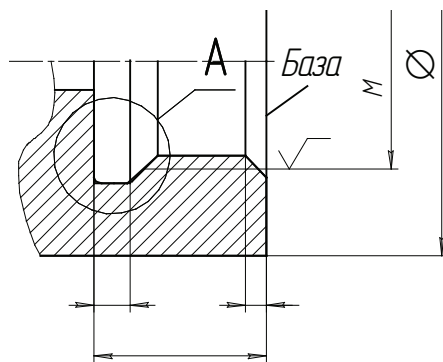


Рис. 6.10. Расположение размерных линий для проточки и фаски

11. Провести обмер деталей и вписать размерные числа. Обмер деталей в учебной практике произвести универсальными измерительными инструментами. При простановке размеров проточки, фасок, размера под ключ использовать данные, представленные в стандартах [5–9, 22–24].

Значение шероховатости для резьбовой поверхности по шкале Ra равно 6,3. Неуказанная шероховатость для свободных поверхностей, подвергнутых механической обработке, равна $Ra12,5$.

Заполнить основную надпись. Указать название детали (Крышка), материал, из которого она изготовлена (Д16 ГОСТ 4784–97), рис. 6.11.

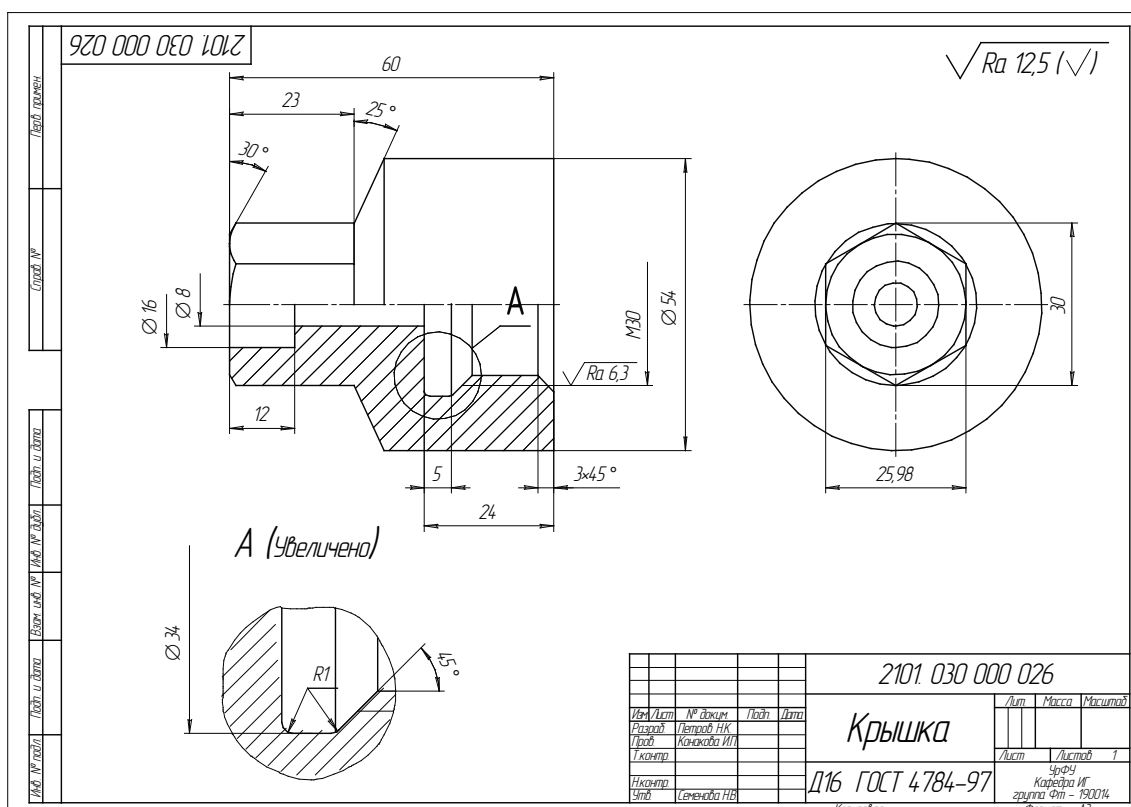


Рис. 6.11. Эскиз детали, выполненной механической обработкой

В Приложении 1 дано описание последовательности выполнения практического задания по теме «Выполнение чертежа детали» и варианты изображений деталей. Вариант задания следует выбирать по номеру в журнале группы, например, номер студента в журнале 20, задание в Приложении 1 — 20, вариант размеров — 1. Если количество студентов в группе больше 20, то выбор варианта задания выполняется следующим образом: студент, имеющий номер 21, выбирает задание 1, вариант размеров — 2; студент, имеющий номер 30, выбирает задание 20, вариант размеров — 3.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ

1. Назовите виды изделий, которые включает конструкторская документация.
2. Перечислите специфицированные изделия.
3. Перечислите неспецифицированные изделия.
4. Охарактеризовать понятия:
 - 4.1. Деталь;
 - 4.2. Сборочная единица;
 - 4.3. Комплекс;
 - 4.4. Комплект;
 - 4.5. Чертеж;
 - 4.6. Эскиз;
 - 4.7. Модели.

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ

1. Что называют конструктивным элементом детали?
2. Охарактеризовать следующие элементы:
 - 2.1. Фаска;
 - 2.2. Лыска;
 - 2.3. Проточка;
 - 2.4. Шпоночный паз;
 - 2.5. Галтель;
 - 2.6. Торец;
 - 2.7. Отверстие;
 - 2.8. Резьба.
3. В чем отличие стандартных и нестандартных деталей?
4. Какая поверхность используется для создания резьбы?
5. Классифицируйте резьбы по их использованию.
6. Какой профиль имеет метрическая резьба?
7. Какой профиль имеет трубная резьба?

8. Какой профиль имеет упорная резьба?
9. Как обозначить размер метрической резьбы с мелким шагом, если задан номинальный диаметр (20 мм) и шаг (1,5 мм)?
10. Как обозначить размер метрической резьбы с крупным шагом, если задан номинальный диаметр (16 мм) и шаг (2 мм)?
11. Выбрать правильное обозначение резьбы с крупным шагом:
 - а) M14x1,5;
 - б) M14x2;
 - в) M14.
12. Выполните изображения резьбы:
 - 12.1. На стержне, на главном изображении и профильной проекции;
 - 12.2. В отверстии, на главном изображении и профильной проекции.
13. Назовите условности изображения резьбы на профильной проекции при наличии фаски и резьбы.
14. Назовите типы линий, используемые при изображении резьбы.
15. Назовите типы линий, используемые при изображении фаски.
16. Выполните изображение резьбы на поверхности детали и разрезе.
17. Охарактеризовать понятия:
 - 17.1. Сбег;
 - 17.2. Недорез;
 - 17.3. Проточка;
 - 17.4. Фаска.
18. Назовите отличие в обозначении метрической и трубной резьбы.
19. Назовите отличие в обозначении трубных цилиндрической и конической резьб.
20. Назовите отличие в обозначении трубной конической резьбы на стержне и в отверстии.

3. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ

1. Что называют чертежом детали?
2. Чем отличается эскиз от чертежа?
3. Что должен содержать чертеж детали?
4. Как выбирается главный вид на чертеже детали?
5. Как сделать правильный выбор главного вида для деталей, состоящих из поверхностей вращения разного диаметра?
6. Как расположить деталь на главном виде, имеющую гранные поверхности и лыски?
7. Какое количество изображений должно быть на чертеже?
8. Как показывается проточка на чертеже?
9. Как выполнить на чертеже изображение равномерно расположенных отверстий (на главном виде и виде слева).

4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖЕ ДЕТАЛИ

1. Назовите основные принципы простановки размеров на чертеже детали.
2. В каких единицах задаются размеры на чертеже?
3. Какое общее количество размеров должно быть на чертеже детали?
4. Как следует группировать размеры на чертеже детали, если присутствуют на изображении часть вида и часть разреза?
5. Что называют размерной базой?
6. Что можно использовать в качестве размерной базы?
7. Какой способ простановки размеров называют комбинированным?
8. Какие особенности цепного способа простановки размеров бывают?
9. Почему не рекомендуется проставлять более двух — трех размеров цепочкой?
10. Какие размеры охватывает понятие «размер под ключ»?
11. Как выполнить обозначение фаски с катетом 4 и углом 30° ?
12. Как выполнить обозначение фаски с катетом 3 и углом 45° ?
13. Как проставлять размеры для отдельных элементов детали?
14. Какие размеры определяют цилиндр?
15. Какие размеры определяют конус?
16. Какие размеры на чертеже должны быть заданы для призмы, в основании которой правильный шестиугольник?
17. Какое минимальное расстояние размерной линии от контурной линии?
18. Какое минимальное расстояние между размерными линиями?
19. На какое расстояние должны выходить выносные линии за линию размера?
20. Какая связь между номером шрифта и форматом?

5. ЗАДАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

1. Что называют шероховатостью поверхности?
2. Какие поверхности должны обрабатываться более качественно по сравнению со свободными?
3. Какие значения Ra рекомендуют для резьбовых поверхностей?
4. В каком месте чертежа ставится знак неуказанной шероховатости?
5. Во сколько раз размер знака неуказанной шероховатости больше по сравнению с размерными числами?

6. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ

1. В каком месте листа чертежа должна находиться основная надпись?
2. Какие размеры основной надписи используются для чертежей?
3. Какие данные указываются в основной надписи чертежа?
4. Какую информацию должно содержать в основной надписи обозначение материала, из которого изготавливается деталь?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ «ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ»

Цель работы: получение навыков создания эскиза детали, изготовленной с использованием механических операций (точения, сверления и др.), закрепление знаний теоретических и справочных материалов, связанных с созданием и оформлением конструкторской документации.

Задание по практической работе: выполнить эскиз детали по предложенному объемному изображению, описанию геометрии детали, размерным данным, приведенным в таблице, и пояснениям. Работу выполнить на листе формата А3. При необходимости количество листов можно увеличить.

При оформлении эскиза соблюдать стандарты ЕСКД.

Последовательность выполнения работы:

Проанализировать внешнюю и внутреннюю формы детали. Позиции — точки — на изображениях показывают геометрические фигуры, из которых состоит деталь. Позиции — стрелки от оси — показывают отверстия в детали.

Выбрать главный вид.

На формате А3 определить размещение видов, обозначив их габаритными прямоугольниками. Заполнить пространство листа на 75–80 %.

Вычертить в глазомерном масштабе необходимое количество видов.

Выполнить симметричный разрез, показать выносные элементы.

Проставить размеры, учитывая технологию изготовления детали и размеры составляющих деталь геометрических фигур, а также расстояния между ними.

Обозначить шероховатость резьбовых поверхностей и неуказанную шероховатость.

Заполнить основную надпись с учетом требований стандарта [18]. При заполнении соответствующей графы, в которой должна быть указана марка материала детали, определить полное обозначение, включающее действующий стандарт на него. Марка материала указана на листах заданий после наименования детали.

Таблица П1

Выбор вариантов задания и размеров

№ студента в журнале	№ варианта задания	№ варианта размеров
С 1 по 20	С 1 по 20	1
С 21 по 30	С 1 по 20	2
С 31 по 40	С 1 по 20	3

Вариант 1. Плунжер (рис. П1.1). Сталь 45

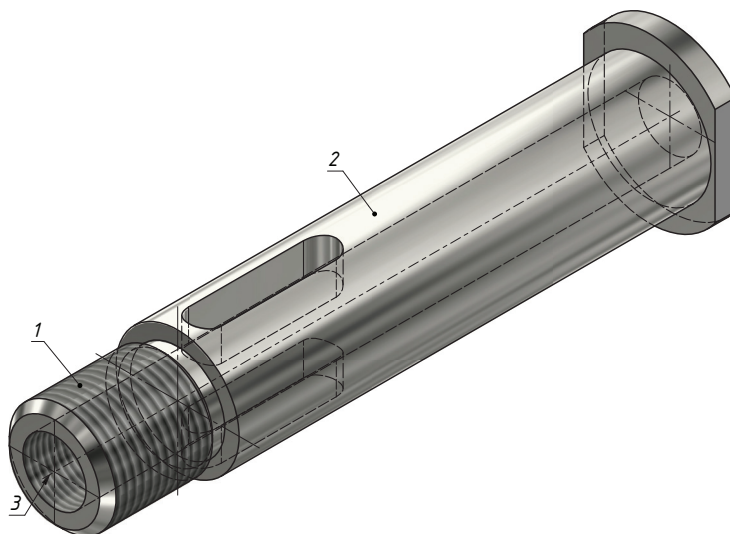


Рис. П1.1. Плунжер

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр с резьбой, фаской, проточкой	Резьба	M27	M30	M32	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина с фаской и проточ- кой	30	33	25	
		Размеры фаски	2×45°	3×45°	2×45°	
		Диаметр проточки	23	25	28	
		Ширина проточки	3	4	6	
2	Цилиндр с бур- тиком, лыска- ми на буртике и сквозным отвер- стием (шпоноч- ный паз)	Диаметр	30	33	35	Рабочие поверхности имеют <i>Ra</i> 0,8
		Длина с буртиком	120	117	122	
		Диаметр буртика	40	44	46	
		Ширина буртика	5	6	8	
		Размер под ключ	32	36	41	
		Диаметр шпоночного паза	8	7	8	
		Длина шпоночного паза	36	38	34	
		Расстояние от торца ци- линдра до отверстия шпо- ночного паза	6	9	10	
3	Цилиндрическое сквозное отвер- стие с резьбой	Резьба	M18	M20	M22	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина резьбового участка (с фаской)	30	28	32	

Вариант 2. Шток (рис. П1.2). Сталь 35

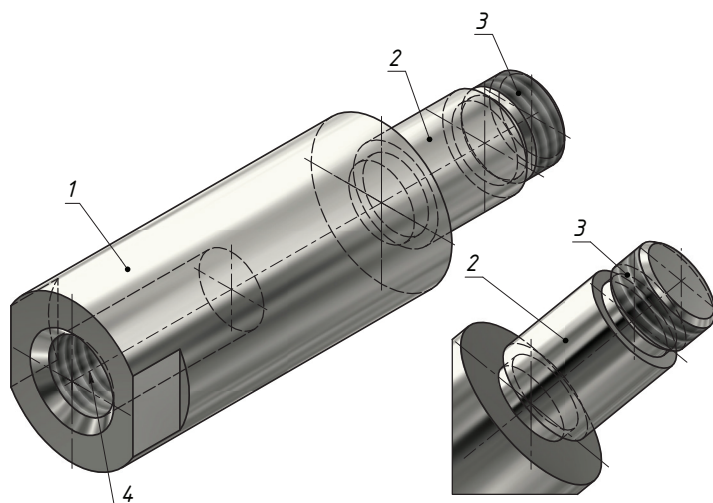


Рис. П1.2. Шток, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			Пояснения
			1	2	3	
1	Цилиндр с лысками	Диаметр	28	30	34	Рабочая по- верхность имеет <i>Ra</i> 0,8
		Расстояние вдоль оси	64	66	68	
		Размер под ключ	24	27	30	
		Длина лыски вдоль оси цилиндра	10	12	14	
2	Цилиндр с проточкой	Диаметр	16	18	20	—
		Расстояние вдоль оси с проточкой	22	22	20	
		Диаметр проточки	12	14	16	
		Ширина проточки	3	3	2	
3	Цилиндр с резьбой, фаской и проточкой	Резьба	M14	M16	M18	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Расстояние вдоль оси с проточкой	10	10	12	
		Размеры фаски	1×45°	1×45°	2×45°	
		Диаметр проточки	10	12	14	
		Ширина проточки	2	2	2	
4	Цилиндрическое глухое отверстие с резьбой и фа- ской	Резьба	M14	M16	M18	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Глубина отверстия	34	36	38	
		Глубина нарезания резьбы	28	30	32	
		Размеры фаски	1×45°	1×45°	2×45°	

Вариант 3. Наконечник тяги (рис. П1.3). Сталь 40

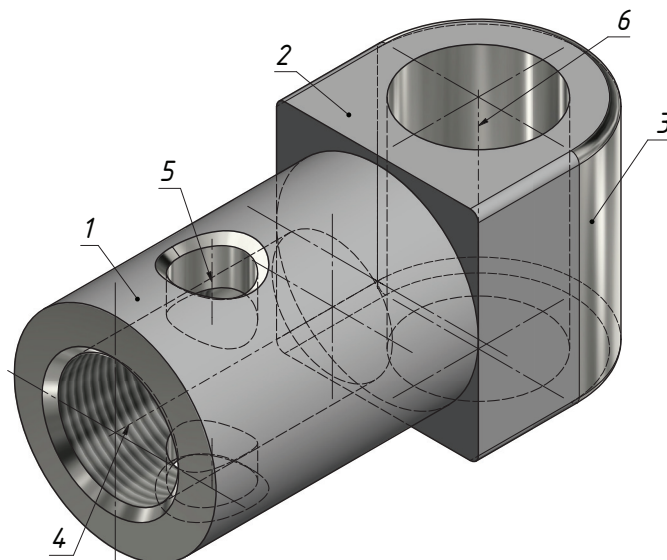


Рис. П1.3. Наконечник тяги

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			Пояснения
			1	2	3	
1	Цилиндр	Диаметр	50	54	52	—
		Расстояние вдоль оси	65	70	67	
2	Параллелепипед (размеры не учиты- вают скругление)	Ширина	25	30	27	Скругление $R=2$
		Длина	50	54	52	
		Высота	54	58	56	
3	Половина цилиндра (размеры не учиты- вают скругление)	Диаметр	50	54	52	Скругление $R=2$
		Расстояние вдоль оси	54	58	52	
4	Цилиндрическое глухое отверстие с резьбой и фаской	Резьба	M33	M36	M30	Резьбовая по- верхность име- ет $Ra\ 6,3$
		Глубина сверления отверстия	50	52	54	
		Глубина нарезания резьбы	40	42	44	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	2×45°	
5	Цилиндрическое по- перечное сквозное отверстие с фаской	Диаметр	16	18	15	Расположено посредине дли- ны цилиндра
		Размеры фаски	1×45°	1×45°	2×45°	
6	Цилиндрическое сквозное отверстие	Диаметр	32	34	36	—
		Расстояние вдоль оси	54	58	52	

Вариант 4. Поршень (рис. П1.4). Сталь 45

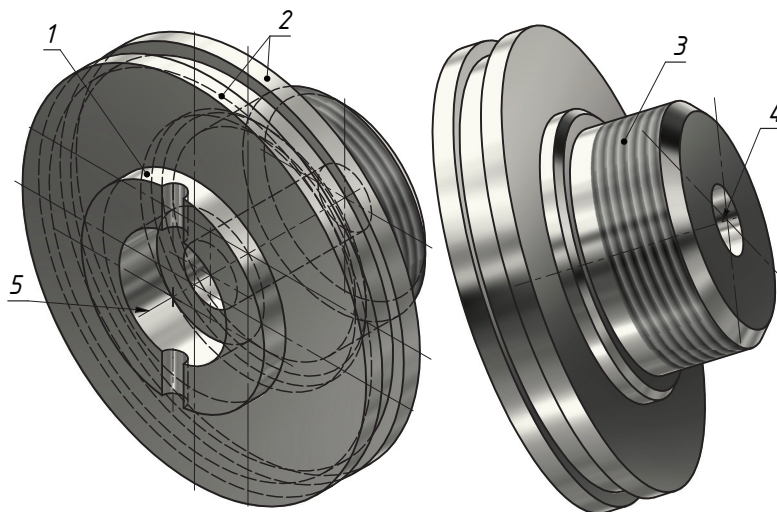


Рис. П1.4. Поршень, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр с попе- речным цилиндри- ческим сквозным отверстием	Диаметр	34	38	42	Ось отверстия находится в пло- скости основа- ния цилиндра
		Расстояние вдоль оси	5	6	6	
		Диаметр отверстия	4	5	5	
2	Цилиндр с проточкой	Диаметр	64	66	72	Рабочая поверх- ность поршня имеет шерохова- тость <i>Ra</i> 0,8
		Расстояние вдоль оси (2 участка)	3×2	5×2	6×2	
		Диаметр проточки	60	62	64	
		Ширина проточки	4	6	5	
3	Цилиндр с резьбой, фаской и буртиком	Резьба	M33	M30	M36	Резьбовая по- верхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Расстояние вдоль оси	20	24	26	
		Длина резьбы с фаской	15	18	22	
		Размеры фаски	2×45°	3×45°	2×45°	
		Диаметр буртика	40	44	48	
		Ширина буртика	4	5	6	
		Размеры фаски бур- тика	1×45°	2×45°	2×45°	
4	Цилиндрическое сквозное отверстие	Диаметр	10	12	12	—
5	Цилиндрическое сквозное отверстие	Диаметр	20	22	24	—
		Глубина отверстия	10	12	14	

Вариант 5. Гайка внутренняя (рис. П1.5). Сталь 45

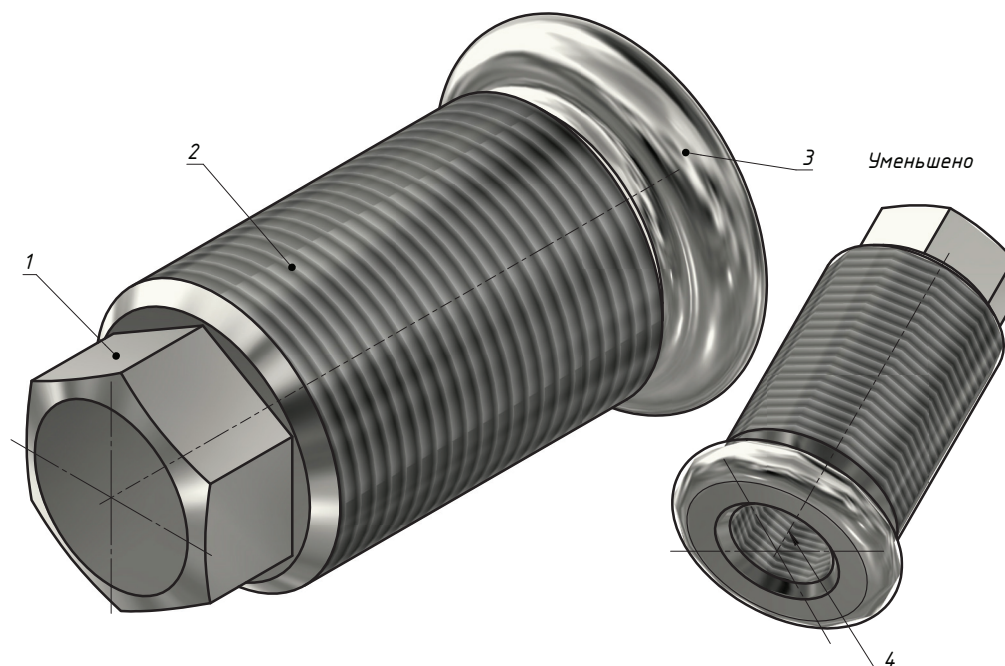


Рис. П1.5. Гайка внутренняя, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			Пояснения
			1	2	3	
1	Призма шести- гранная с фа- ской	Размер под ключ	24	27	30	—
		Высота призмы	12	14	16	
		Размеры фаски	2/20°	3/20°	4/20°	
2	Цилиндр с резьбой, фаской и проточкой	Резьба	M32	36	38	Шероховатость резьбы имеет <i>Ra</i> 3,2
		Длина резьбы с фаской	46	48	52	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	2×45°	
		Диаметр проточки	28	30	32	
		Ширина проточки	2	4	5	
3	Тор	Диаметр центров образу- ющей окружности	36	40	42	Скругление <i>R</i> 2
		Диаметр образующей окружности	8	9	10	
4	Цилиндриче- ское глухое от- верстие с резь- бой и фаской	Резьба	M20	M22	M20	Резьбовая по- верхность име- ет <i>Ra</i> 6,3
		Глубина сверления отверстия	40	38	42	
		Глубина нарезания резьбы	32	34	32	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	2×45°	

Вариант 6. Штуцер (рис. П1.6). Ст3

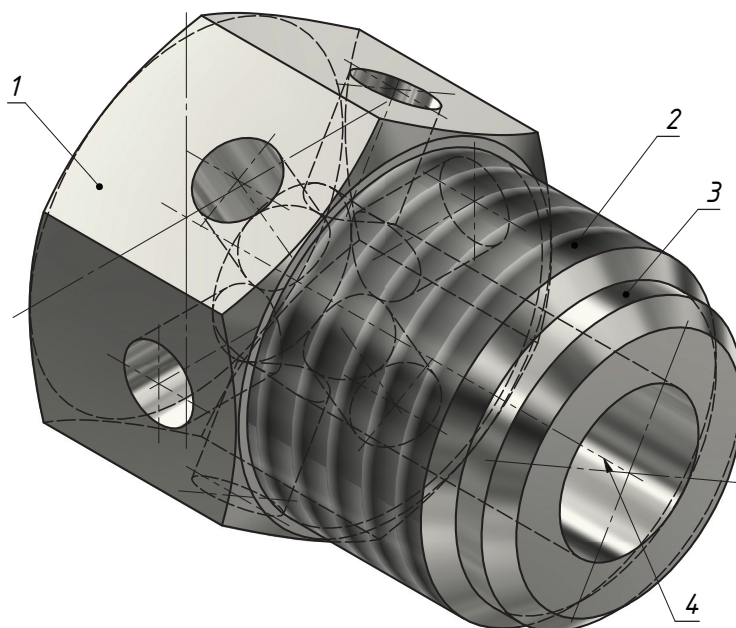


Рис. П1.6. Штуцер

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Призма шестигран- ная с двумя фасками и цилиндрическими сквозными отверсти- ями (6 отверстий)	Размер под ключ	36	41	46	—
		Высота призмы	24	26	33	
		Размеры фаски	2/30°	3/30°	4/20°	
		Диаметр отверстия	8	10	8	
		Расстояние центра отверстия от левого торца призмы	15	16	18	
2	Цилиндр с резьбой и фаской	Резьба	M34	M36	M38	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина резьбы с фаской	22	24	28	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	2×45°	
3	Цилиндр с фаской	Диаметр	30	32	34	—
		Расстояние вдоль оси с фаской	5	6	8	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	2×45°	
4	Цилиндрическое глухое отверстие	Диаметр	16	18	16	—
		Глубина отверстия	40	42	38	

Вариант 7. Клапан (рис. П1.7). Сталь 35

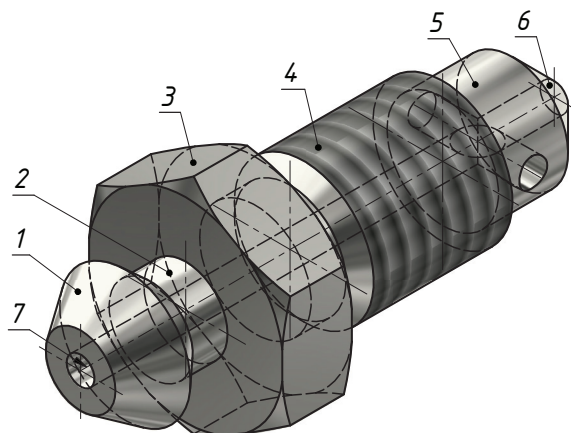


Рис. П1.7. Клапан

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			Пояснения
			1	2	3	
1	Конус усеченный с фаской	Малый диаметр конуса	5	6	8	—
		Большой диаметр конуса	10	12	14	
		Расстояние вдоль оси	3	4	6	
2	Проточка	Диаметр проточки	6	8	10	—
		Расстояние вдоль оси	2	3	5	
		Угол профиля проточки	45°	45°	45°	
3	Призма шестигранная с фасками	Размер под ключ	13	17	17	—
		Расстояние вдоль оси	10	12	14	
		Размеры фаски	1/30°	2/30°	3/30°	
4	Цилиндр с резь- бой и проточкой	Резьба	M10	M12	M14	Резьбовая по- верхность име- ет <i>Ra</i> 6,3
		Длина с проточкой	13	14	16	
		Диаметр проточки	8	10	12	
		Ширина проточки	3	4	4	
		Угол профиля проточки	45°	45°	45°	
5	Цилиндр с попе- речным сквоз- ным отверстием	Диаметр	8	10	12	Отверстие на- ходится в се- редине длины цилиндра
		Длина	5	6	6	
		Диаметр отверстия	2	4	4	
6	Конус	Малый диаметр конуса	2	4	5	—
		Длина конуса вдоль оси	3	6	7	
7	Цилиндрическое сквозное отвер- стие	Диаметр	2	4	5	—

Вариант 8. Кольцо упорное (рис. П1.8). Сталь 45

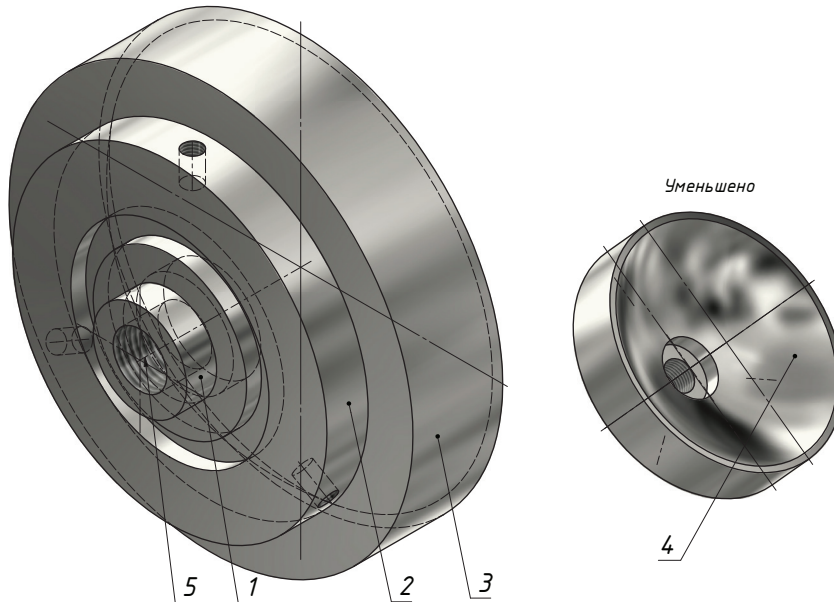


Рис. П1.8. Кольцо упорное, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр	Диаметр	25	27	30	—
		Длина	8	10	12	
2	Цилиндр с проточкой в торце и тремя ци- линдрическими, резь- бовыми, глухими от- верстиями	Диаметр	84	87	90	Три отверстия расположе- ны на середине длины цилин- дра под углом 120°. Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина	11	14	15	
		Диаметр проточки	53	56	58	
		Диаметр проточки	41	44	46	
		Глубина проточки	4	5	6	
		Резьба	M6	M6	M8	
		Глубина отверстия	8	6	8	
3	Цилиндр	Диаметр	108	110	112	—
		Длина	24	26	28	
4	Сферическое отвер- стие	Радиус	65	67	70	—
		Расстояние от тор- ца цилиндра (поз. 3) до центра сферы	40	45	45	
5	Цилиндрическое резь- бовое отверстие с про- точкой	Резьба	M16	M14	M16	Резьбовая по- верхность име- ет <i>Ra</i> 6,3
		Длина резьбы	12	14	13	
		Диаметр проточки	26	28	30	

Вариант 9. Плунжер (рис. П1.9). Сталь 45

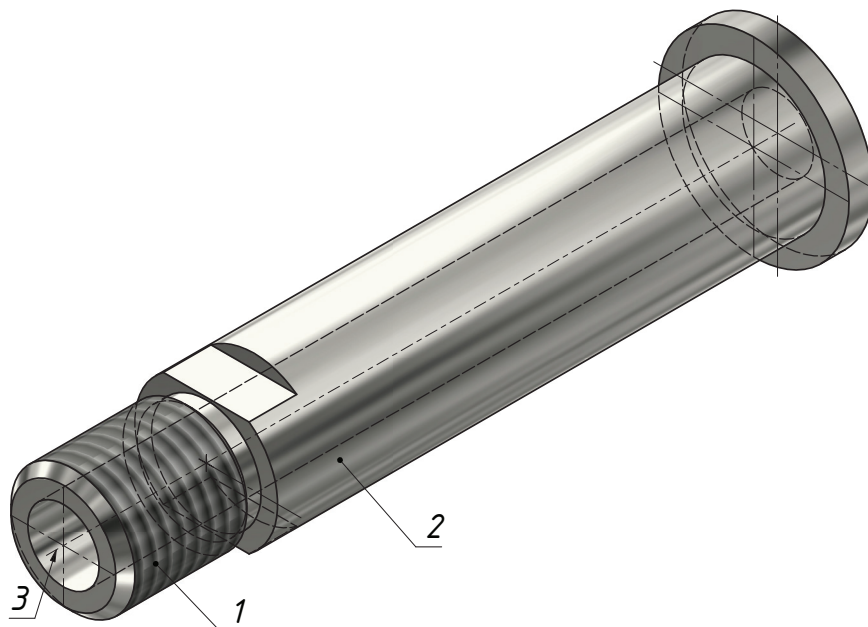


Рис. П1.9. Плунжер

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр с резьбой, фаской, проточкой	Резьба	M27	M32	M30	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина с фаской и проточкой	30	25	33	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	3×45°	
		Диаметр проточки	23	28	25	
		Ширина проточки	3	6	4	
2	Цилиндр с лысками и буртиком	Диаметр	29,6	35	33	Рабочие по- верхности имеют <i>Ra</i> 0,8
		Расстояние вдоль оси с буртиком	120	122	117	
		Диаметр буртика	40	46	44	
		Ширина буртика	5	6	8	
		Размер под ключ	27	32	30	—
		Длина лыски	10	14	12	
3	Цилиндрическое сквозное отверстие	Диаметр	15	18	16	—

Вариант 10. Стакан (рис. П1.10). Сталь 20

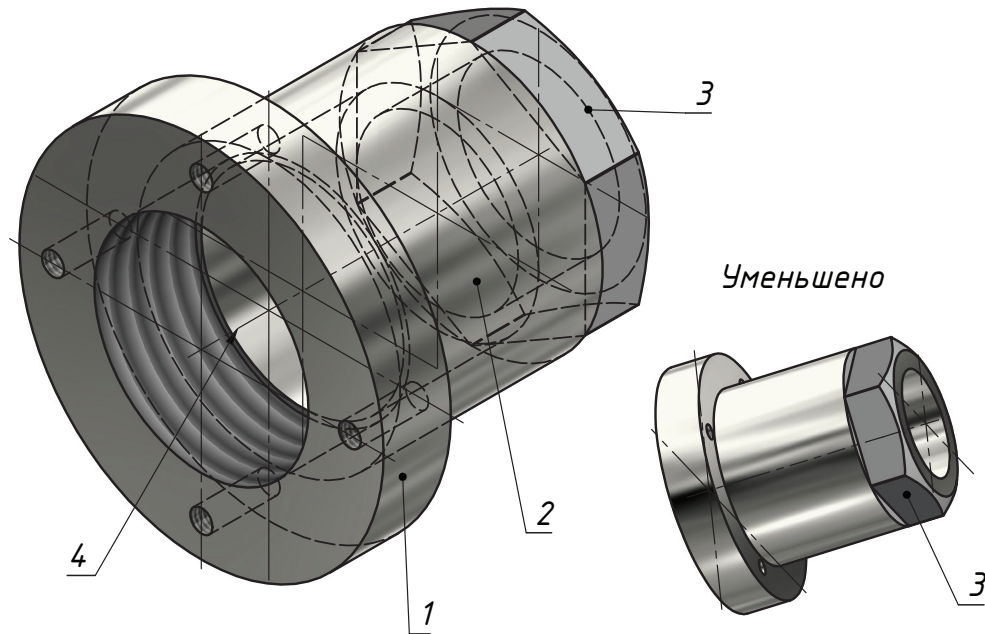


Рис. П1.10. Стакан, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр (фланец) с четырьмя сквозными резьбовыми отверстиями в торце	Диаметр	108	112	110	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина	20	24	22	
		Резьбовое отверстие	M6	M8	M6	
		Диаметр центров	88	92	90	
2	Цилиндр	Диаметр	78	82	80	—
		Длина	50	56	54	
3	Призма шестигранная с фаской	Размер под ключ	65	75	70	—
		Расстояние вдоль оси	20	22	24	
		Размеры фаски	4/30°	3/30°	3/30°	
4	Цилиндрическое сквозное отверстие с цилиндрами: резьбовым и двумя гладкими	Резьба	M70	M72	M68	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3. Диаметры отверстий уменьшаются от резьбового к гладким
		Длина резьбы	30	32	34	
		Диаметр	60	62	60	
		Длина	40	42	36	
		Диаметр	40	44	42	

Вариант 11. Шпиндель (рис. П1.11). Сталь 45

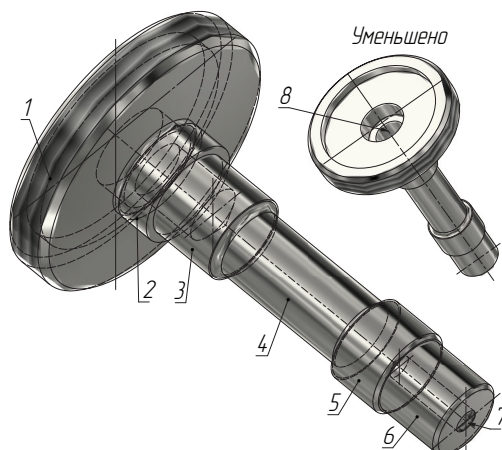


Рис. П1.11. Шпиндель, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр с резь- бой и фасками с двух сторон	Резьба	M80	M82	M84	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Ширина	14	20	15	
		Размеры фаски	2×45°	3×45°	2×45°	
2	Цилиндр с проточкой	Диаметр	30	32	34	Ось проточ- ки совпадает с диаметром цилиндра
		Длина	12	14	16	
		Диаметр проточки	28	28	30	
		Ширина проточки	2	2	4	
3	Цилиндр	Диаметр	25	27	30	—
		Длина	20	18	22	
4	Цилиндр	Диаметр	20	22	25	Закругления с двух сторон <i>R2</i>
		Длина	44	40	42	
5	Цилиндр	Диаметр	25	27	30	—
		Длина	16	14	18	
6	Цилиндр	Диаметр	22	24	26	—
		Длина	20	18	22	
7	Цилиндрическое глухое резьбовое отверстие	Резьба	M8	M8	M10	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Глубина сверления	24	22	24	
		Длина резьбы	20	18	20	
8	Цилиндрическое глухое отверстие	Диаметр и глубина	64 и 5	66 и 6	68 и 5	Состоит из трех ци- линдров
		Диаметр и глубина	22 и 10	24 и 10	26 и 12	
		Диаметр и глубина	16 и 20	18 и 20	20 и 18	

Вариант 12. Поршень (рис. П1.12). Сталь 45

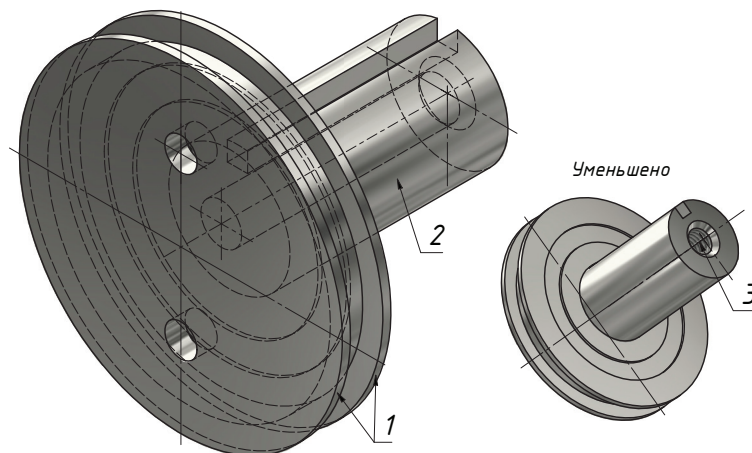


Рис. П1.12. Поршень, взгляд с двух сторон

Поз.	Наименование фигуры	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм				
		Параметры фигуры	Варианты размеров			Пояснения
			1	2	3	
1	Цилиндр с наружной проточкой, двумя глухими отверстиями и проточкой на торце	Диаметр	80	84	82	Ось отверстия находится в плоскости основания цилиндра
		Длина вдоль оси	12	16	14	
		Диаметр проточки	70	74	72	
		Ширина проточки	8	10	9	
		Диаметр отверстия	8	10	8	
		Глубина отверстия	5	8	6	
		Расстояние между отверстиями	40	44	42	
		Диаметры торцевой проточки	46	50	48	
			60	64	62	
		Глубина торцевой проточки	2	4	3	
2	Цилиндр с пазом вдоль оси	Диаметр	46	50	48	Рабочая поверхность поршня имеет шероховатость $Ra\ 0,8$
		Длина	54	52	54	
		Сечение проточки	5×5	6×6	5×5	
		Длина проточки	52	50	52	
3	Цилиндрическое глухое резьбовое отверстие	Резьба	M12	M10	M12	Резьбовая поверхность имеет $Ra\ 6,3$
		Глубина сверления	56	54	52	
		Длина резьбы с фаской	52	50	48	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	2×45°	

Вариант 13. Ступица (рис. П1.13). Сталь 35

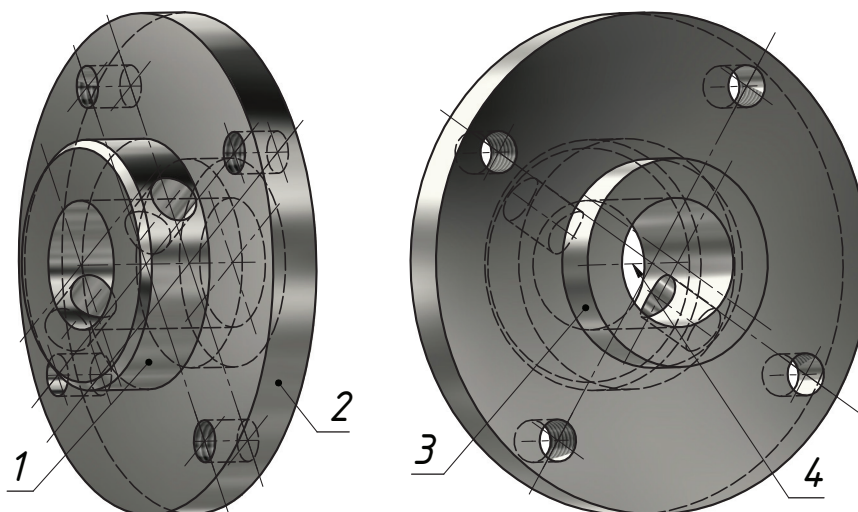


Рис. П1.13. Ступица, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр с попереч- ным сквозным отвер- стием и фаской	Диаметр	60	64	66	—
		Длина	18	22	24	
		Диаметр отверстия	12	10	16	
		Расстояние от торца до оси отверстия	11	12	15	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	3×45°	
2	Цилиндр с четырьмя цилиндрическими, резьбовыми, сквоз- ными отверстиями	Диаметр	120	124	126	Резьбовая по- верхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина	12	14	16	
		Диаметр центров отверстий	100	104	106	
		Диаметр резьбового отверстия	M12	M10	M12	
3	Цилиндр	Диаметр	50	54	56	—
		Длина	12	14	18	
4	Цилиндрическое сквозное отверстие	Диаметр	32	30	34	—

Вариант 14. Плунжер (рис. П1.14). Сталь 45

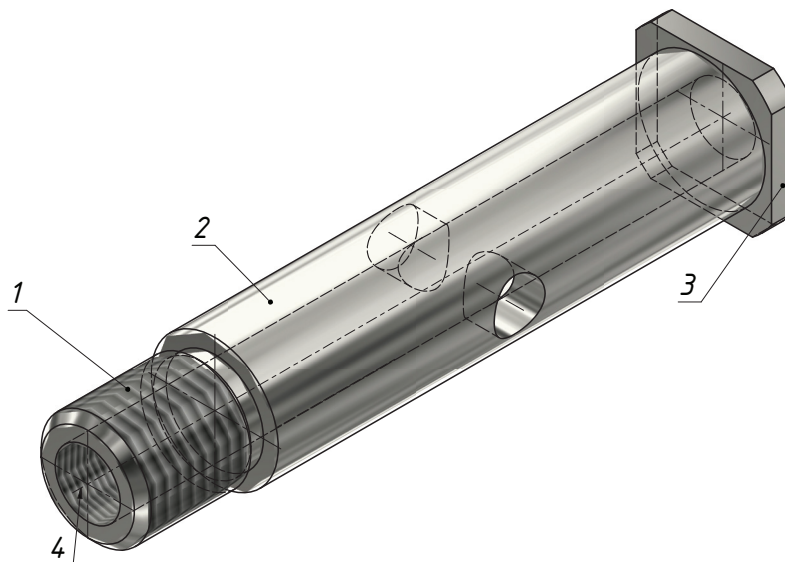


Рис. П1.14. Плунжер

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр с резь- бой, фаской, про- точкой	Резьба	M27	M30	M32	Резьбовая по- верхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина с фаской и проточкой	30	33	25	
		Размеры фаски	2×45°	3×45°	2×45°	
		Диаметр проточки	23	25	28	
		Ширина проточки	3	4	6	
2	Цилиндр со сквоз- ным поперечным отверстием	Диаметр	30	33	35	Рабочие поверх- ности имеют <i>Ra</i> 0,8
		Длина	115	117	122	
		Диаметр отверстия	12	10	14	
		Расстояние от ле- вого торца детали до оси отверстия	63	65	68	
3	Параллелепипед с фасками	Сторона основания	32	34	36	Основание па- раллелепипе- да — квадрат
		Толщина	5	10	7	
		Размеры фаски	4×45°	4×45°	4×45°	
4	Отверстие сквоз- ное с резьбовым участком	Диаметр	15	16	15	—
		Резьба	M16	M18	M16	
		Длина резьбы	20	22	24	

Вариант 15. Шток (рис. П1.15). Сталь 45

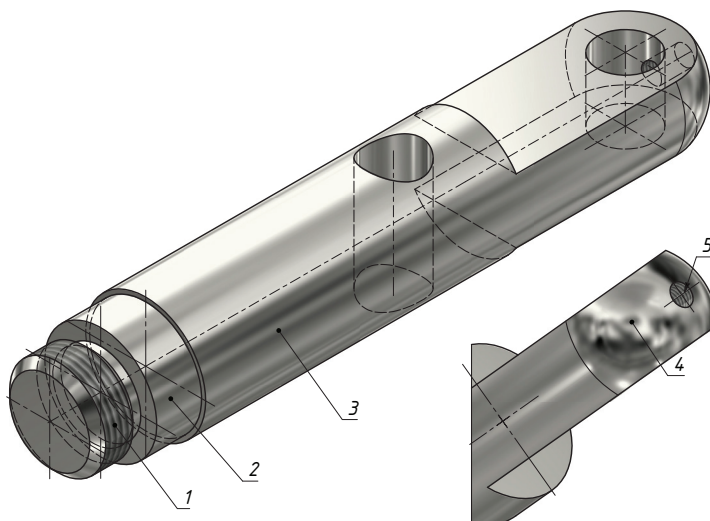


Рис. П1.15. Шток, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр с резь- бой, фаской, проточкой	Резьба	M24	M26	M22	Резьбовые по- верхности имеют <i>Ra</i> 6,3
		Длина с фаской и проточкой	14	16	115	
		Размеры фаски	2×45°	2×45°	2×45°	
		Диаметр проточки	20	22	18	
		Ширина проточки	2	4	3	
2	Цилиндр	Диаметр	28	30	26	—
		Длина	10	14	12	
3	Цилиндр с по- перечными дву- мя сквозными отверстиями, лы- сками	Диаметр	30	32	28	Одно отверстие на стыке полу- сферы и цилин- дра
		Длина	120	124	118	
		Диаметр отверстия	14	16	12	
		Расстояние между отверстиями	15	16	12	
		Размер под ключ	16	18	14	
		Длина лыски вдоль оси	40	44	42	
4	Полусфера с лысками	Радиус сферы	15	16	14	Лыски общие с цилиндром
		Размер под ключ	16	17	13	
5	Цилиндрическое сквозное резьбо- вое отверстие	Резьба	M6	M8	M6	—

Вариант 16. Штуцер (рис. П1.16). Сталь 30

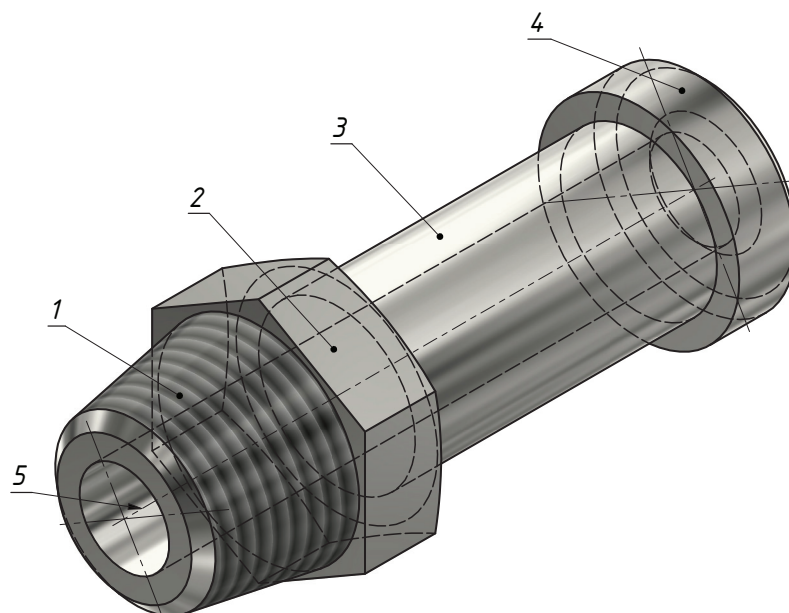


Рис. П1.16. Штуцер

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			Пояснения
			1	2	3	
1	Усеченный конус с резьбой и фаской	Резьба	R $\frac{3}{8}$	R $\frac{3}{8}$	R $\frac{3}{8}$	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина вдоль оси	12	14	16	
		Размеры фаски	1×45°	2×45°	2×45°	
		Большой диаметр	18	20	22	
2	Призма шестигранная с фаской	Размер под ключ	19	21	22	—
		Расстояние вдоль оси	7	10	12	
		Размеры фаски	1/20°	2/20°	2/30°	
3	Цилиндр	Диаметр	14	16	18	—
		Расстояние вдоль оси с фаской	27	19	32	
4	Цилиндр	Диаметр	18	20	22	—
		Длина	6	8	10	
5	Цилиндрическое сквозное отверстие	Диаметр	8	10	12	—

Вариант 17. Кольцо (рис. П1.17). Сталь 20

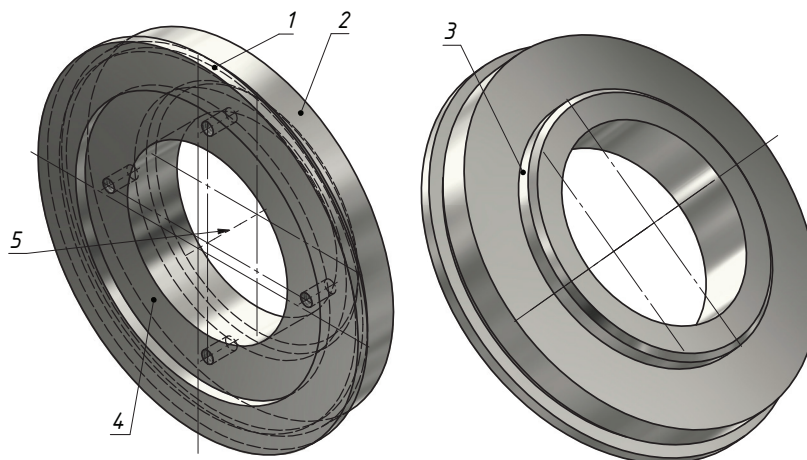


Рис. П1.17. Кольцо, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр	Диаметр	136	140	132	—
		Длина	4	6	5	
2	Цилиндр с проточ- кой	Диаметр	130	134	136	—
		Длина с проточкой	14	12	16	
		Диаметр проточки	126	130	132	
		Ширина проточки	3	4	5	
3	Цилиндр с фаской	Диаметр	90	84	94	—
		Длина	7	6	8	
		Размеры фаски	1×45°	1×45°	1×45°	
4	Цилиндрическое отверстие с четырь- мя глухими резьбо- выми отверстиями	Диаметр	104	108	110	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Глубина отверстия	4	5	4	
		Резьба	M6	M8	M8	
		Глубина сверления отверстия	10	8	12	
		Глубина нарезания резьбы	8	6	10	
		Диаметр центров отверстий	84	88	80	
5	Цилиндрическое сквозное отверстие	Диаметр	68	70	64	—

Вариант 18. Гайка (рис. П1.18). Сталь 40

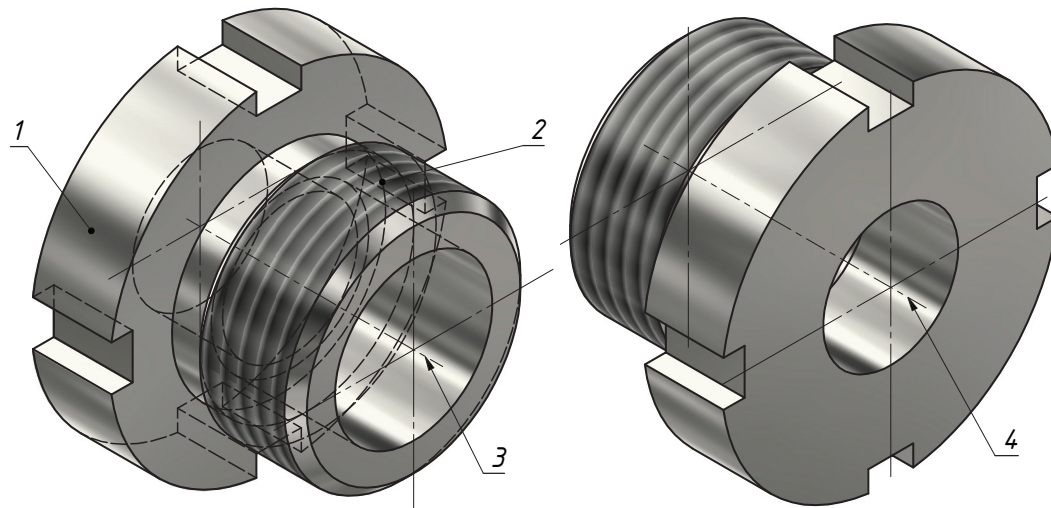


Рис. П1.18. Гайка, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр с четырь- мя проточками вдоль оси	Диаметр	60	64	68	—
		Длина	14	16	20	
		Размер проточки под ключ	52	55	60	
		Ширина проточки	8	8	10	
2	Цилиндр с резьбой, проточкой и фа- ской	Резьба	M39×3	M33×2	M42×4	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина с фаской и проточкой	24	26	30	
		Диаметр проточки	36	29	38	
		Ширина проточки	5	4	6	
		Размеры фаски	1×45°	2×45°	2×45°	
3	Цилиндрическое отверстие	Диаметр	28	30	36	—
		Глубина отверстия	22	24	26	
4	Цилиндрическое сквозное отверстие	Диаметр	24	26	28	—

Вариант 19. Винт (рис. П1.19). Сталь 35

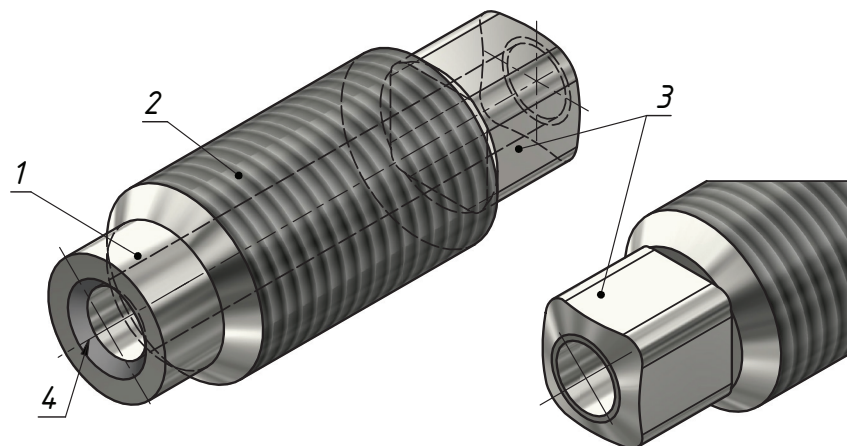


Рис. П1.19. Винт

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					Пояснения
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			
			1	2	3	
1	Цилиндр	Диаметр	12	16	20	—
		Длина	6	12	14	
2	Цилиндр с резьбой и двумя фасками	Резьба	M16×1,5	M20×1,5	M22	Резьбовая поверхность имеет <i>Ra</i> 6,3
		Длина с фасками	28	30	34	
		Размеры фаски	1×45°	2×45°	2×45°	
3	Призма с квадрат- ным основанием, закругленными ре- брами и фаской	Сторона квадрата	10	14	12	—
		Длина призмы вдоль оси детали	10	12	14	
		Радиус закругления ребер	2	4	5	
		Размеры фаски	2/20°	2/20°	3/20°	
4	Цилиндрическое сквозное отверстие с фаской	Диаметр	6	8	8	—
		Размеры фаски	1×45°	1×45°	1×45°	

Вариант 20. Крышка (рис. П1.20). Сталь 20

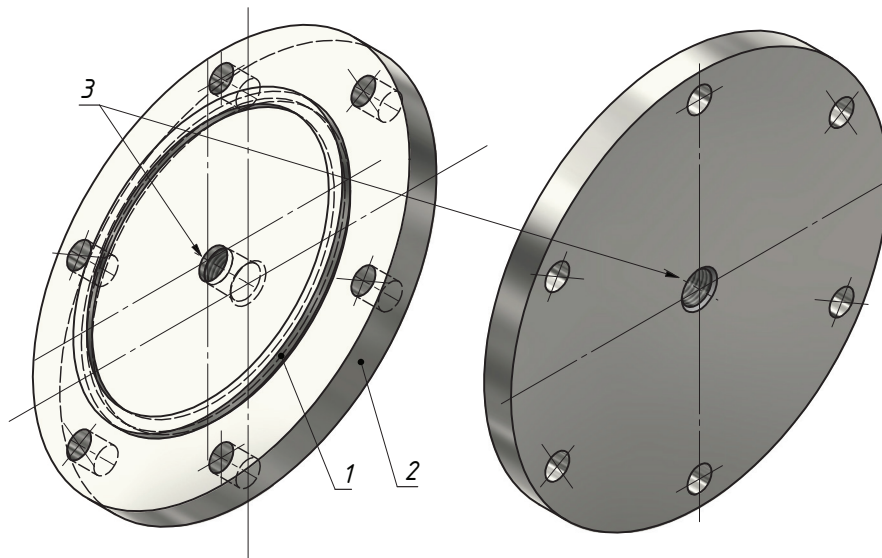


Рис. П1.20. Крышка, взгляд с двух сторон

Поз.	Перечень фигур, составляющих деталь. Размеры, мм					
	Наименование фигуры	Параметры фигуры	Варианты размеров			Пояснения
			1	2	3	
1	Цилиндр с наружной проточкой	Диаметр	100	94	104	—
		Длина с проточкой	5	6	6	
		Диаметр проточки	96	86	100	
		Ширина проточки	2	3	4	
2	Цилиндр (фланец) с шестью сквозными отверстиями	Диаметр	140	136	144	—
		Толщина фланца	10	12	14	
		Диаметр отверстия	9	8	10	
		Диаметр центров отверстий	122	118	120	
3	Коническое резьбовое от- верстие с фа- ской	Резьба	Rc1/4	Rc3/8	Rc1/2	Резьбовая поверх- ность имеет <i>Ra</i> 6,3. Конусность 1:16. Значения наруж- ного диаметра вну- тренней резьбы округлены с точно- стью до целых чисел
		Наружный диаметр внутренней резьбы большого конуса [21]	13	17	21	
		Размеры фаски	1×45°	1×45°	1×45°	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Формы и размеры проточек, фасок для детали с наружной метрической резьбой по ГОСТ 10549–80 (рис. П2.1)

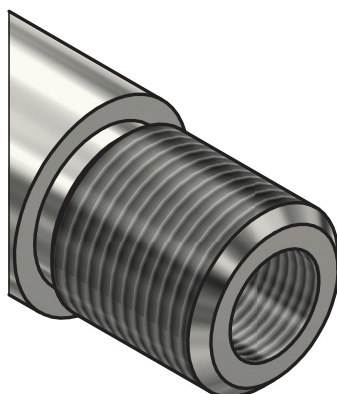
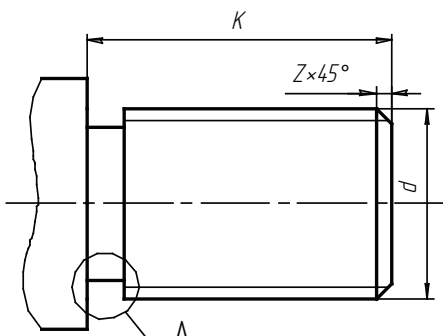
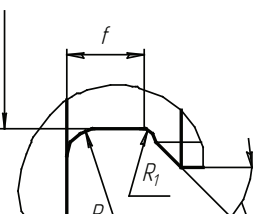
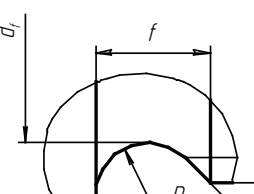


Рис. П2.1. Конструктивный элемент детали с наружной резьбой, фаской и проточкой

<div><div></div><div><div><p>Тип 1 A(2:1)</p></div><div><p>Тип 2 A(2:1)</p></div></div></div>										
Шаг резьбы P , мм	Размеры наружной проточки, мм									Фаска Z , мм
	Тип 1						Тип 2		Диаметр проточки d_f	
	нормальная			узкая			f	R_2		
	f	R	R_1	f	R	R_1				
0,75	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	—	—	$d - 1,2$	1,0
1,0	3,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	$d - 1,5$	1,0
1,25	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,4	2,5	$d - 1,8$	1,6
1,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,6	2,5	$d - 2,2$	1,6
1,75	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	5,4	3,0	$d - 2,5$	1,6
2,0	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	5,6	4,0	$d - 3,0$	2,0
2,5	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,3	4,0	$d - 3,5$	2,5
3,0	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,6	4,0	$d - 4,5$	2,5
3,5	6,0	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	10,2	5,5	$d - 5,0$	2,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Формы и размеры проточек, фасок для деталей с внутренней метрической резьбой по ГОСТ 10549–80 (рис. ПЗ.1)

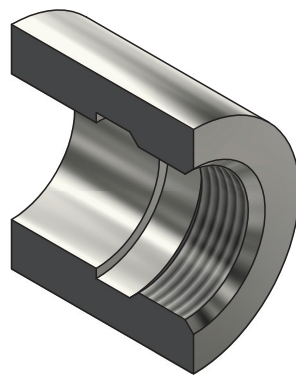
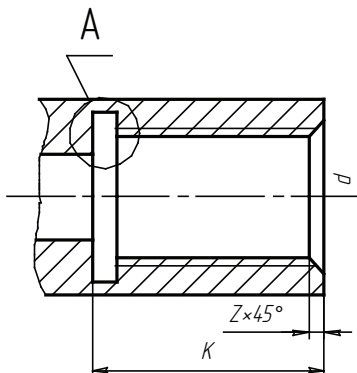
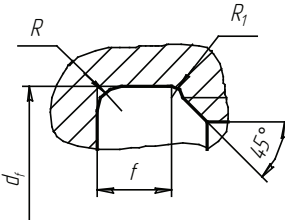
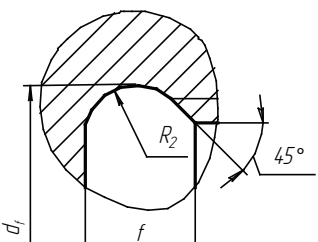


Рис. ПЗ.1. Конструктивный элемент детали с внутренней резьбой, фаской и проточкой

<div><div></div><div><div><p>Тип 1 A(2:1)</p></div><div><p>Тип 2 A(2:1)</p></div></div></div>										
Шаг резьбы P , мм	Размеры внутренней проточки, мм									Фаска Z , мм
	Тип 1						Тип 2		Диаметр проточки d_f	
	нормальная			узкая			f	R_2		
	f	R	R_1	f	R	R_1				
0,75	3,0	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	—	—	$d - 0,4$	1,0
1,0	4,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	$d - 0,5$	1,0
1,25	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	4,5	2,5	$d - 0,5$	1,6
1,5	6,0	1,6	1,0	3,0	1,0	0,5	5,4	3,0	$d - 0,7$	1,6
1,75	7,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	6,2	3,5	$d - 0,7$	1,6
2,0	8,0	2,0	1,0	4,0	1,0	0,5	6,5	3,5	$d - 1,0$	2,0
2,5	10,0	3,0	1,0	5,0	1,6	0,5	8,9	5,0	$d - 1,0$	2,5
3,0	10,0	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	11,4	6,5	$d - 1,2$	2,5
3,5	10,0	3,0	1,0	7,0	1,6	1,0	13,1	7,5	$d - 1,2$	2,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Стандартные размеры окружностей под ключ «**S**» и диаметры «**D**», описанных вокруг шестигранников, ГОСТ 13682–80 (рис. П4.1 и П4.2)

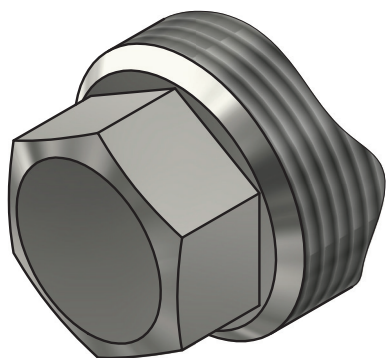


Рис. П4.1. Пример элемента детали с шестигранной призмой для ключа

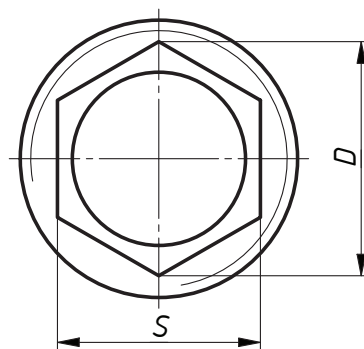


Рис. П4.2. Размеры под ключ

Стандартные размеры окружностей под ключ «**S**» и диаметры «**D**»

S	4	5	7	8	10	13	17	19	22
D	2	5,3	7,5	8,6	10,9	14,2	18,7	20,9	23,9

S	27	30	32	36	41	46	55	65	75
D	29,6	33	35,0	39,6	45,2	50,9	60,8	71,3	82,6

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Зев (отверстие), конец ключа и размер «под ключ» ГОСТ 6424–73

Размерный ряд, мм: 10, (11), 12, 13, 14, (15), 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 27, 30, 32, 34, 36, 41, 46, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ГОСТ 6636–69. Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры (с Изменениями N 1, 2)

Размеры, мм																											
Ряд												Дополнитель- ный размер*	Ряд				Дополнитель- ный размер										
<i>Ra</i> 5	<i>Ra</i> 10	<i>Ra</i> 20	<i>Ra</i> 40	<i>Ra</i> 5	<i>Ra</i> 10	<i>Ra</i> 20	<i>Ra</i> 40	<i>Ra</i> 5	<i>Ra</i> 10	<i>Ra</i> 20	<i>Ra</i> 40		<i>Ra</i> 5	<i>Ra</i> 10	<i>Ra</i> 20	<i>Ra</i> 40											
0.010	0.010	0.010	—	0.100	0.100	0.100	0.100	1.0	1.0	1.0	1.0		10	10	10	10	10.2										
							0.105			1.05					10.5	10.8											
		0.011					0.110			0.110	1.1				1.1	11	11	11.2									
							0.115			1.15									11.5	11.8							
	0.012	0.012	0.012	0.120	0.120	0.120	0.120	1.2	1.2	1.2	1.25	12	12	12	12	12.5											
			0.013				0.130			1.3	1.35				13	13.5											
		0.014	0.014				0.140			0.140	1.4			1.4	1.45	14	14	14.5									
							0.150			1.5									1.55		15	15.5					
0.016	0.016	0.016	0.160	0.160	0.160	0.160	1.6	1.6	1.6	1.65	16	16	16	16	16.5												
					0.017				0.170	1.7			1.75		17	17.5											
		0.018			0.018	0.180			0.180	1.8			1.8	1.85	18	18	18.5										
									0.190									1.9	1.95	19	19.5						
	0.020	0.020	0.200	0.200	0.200	0.200	2.0	2.0	2.0	2.05	20	20	20	20	20.5												
					0.021				0.210	2.1			2.15		21	21.5											
		0.022			0.022	0.220			0.220	2.2			2.2	2.3	22	22	23										
					0.024																						
	0.025	0.025	0.025	0.250	0.250	0.250	0.250	2.5	2.5	2.5	2.7	25	25	25	25	27											
						0.026				0.260				2.6			26										
0.028			0.028			0.280	0.280			2.8				2.8	2.9	28	28	29									
							0.300												3.0	3.1	30	31					
0.032		0.032	0,320	0.320	0.320	0.320	3.2	3.2	3.2	3.3	32	32	32	32	33												
					0.034				0.340	3.4			3.5		34	35											
		0.036			0.036	0.360			0.360	3.6			3.6	3.7	36	36	37										
					0.038																						
0.040		0.040	0.040	0.400	0.400	0.400	0.400	4.0	4.0	4.0	4.1	40	40	40	40	41											
						0.042				0.420	4.2			4.4		42	44										
	0.045		0.045			0.450	0.450			4.5	4.5			4.6	45	45	46										
							0.480											4.8	4.9	48	49						
	0.050	0.050	0.500	0.500	0.500	0.500	5.0	5.0	5.0	5.2	50	50	50	50	52												
					0.053				0.530	5.3			5.5		53	55											
		0.056			0.056	0.560			0,560	5.6			5.6	5.8	56	56	58										
					0.060																						
	0.063	0.063	0.063	0.630	0,630	0.630	0.630	6.3	6.3	6.3	6.5	63	63	63	63	65											
						0.067				0,670	6.7			7.0		67	70										
0.071			0.071			0.710	0.710			7.1	7.1			7.3	71	71	73										
							0.750											7.5	7.8	75	78						
0.080		0.080	0.800	0.800	0.800	0.800	8.0	8.0	8.0	8.2	80	80	80	80	82												
					0.085				0,850	8.5			8.8		85	88											
		0.090			0.090	0.900			0.900	9.0			9.0	9.2	90	90	92										
					0.095																						

Окончание табл.

Размеры, мм														
Ряд				Дополнитель- ный размер*	Ряд				Дополнитель- ный размер*	Ряд				Дополнитель- ный размер*
Ra5	Ra10	Ra20	Ra40		Ra5	Ra10	Ra20	Ra40		Ra5	Ra10	Ra20	Ra40	
100	100	100	100	102	1000	1000	1000	1000	1030	10000	10000	10000	10000	10300
			105	108			1060	1090				10600	10900	
		110	110	112			1120	1120	1150			11200	11200	11500
			120	115			1180	1220				11800	12200	
	125	125	125	118		1250	1250	1250	1280		12500	12500	12500	12800
			130	135			1320	1360				13200	13600	
160	160	160	160	165	1600	1600	1600	1600	1630	16000	16000	16000	16000	16500
			170	175			1700	1750	1750			17000	17500	
			180	185			1800	1800	1830			18000	18000	18300
			190	195			1900	1950				19000	19500	
	200	200	200	205		2000	2000	2000	2060		25000	20000	20000	20000
			210	215			2120	2180				23000	25000	25800
		220	220	230			2240	2300	2300			26500	27200	27200
			240				2360	2430	2430			28000	29000	29000
	230	230	230	270		2500	2500	2500	2580		31500	31500	31500	32500
			260	290			2650	2720	2720			33500	33500	34300
		280	280	310			2800	2900	2900			35500	35500	36300
			300	315			3000	3070	3070			37500	37500	38700
	320	320	320	330		3150	3150	3150	3250		40000	40000	40000	41200
			340	350			3350	3450	3450			42500	43700	43700
		360	360	370			3550	3550	3570			45000	45000	46200
			380	390			3750	3870	3870			47500	47500	48700
400	400	400	400	410	4000	4000	4000	4000	4120	63000	50000	50000	50000	51500
			420	440			4250	4370	4370			53000	54500	54500
		450	450	460			4500	4500	4620			56000	56000	58000
			480	490			4750	4870	4870			60000	60000	61300
	300	500	500	515		5000	5000	5000	5150		63000	63000	63000	65000
			530	545			5300	5450	5450			67000	69000	69000
630	630	630	630	630	6300	6300	6300	6300	6500	100000	80000	80000	80000	82500
			670	690			6700	6900	6900			90000	85000	87500
		710	710	730			7100	7300	7300			95000	90000	92500
			750	775			7500	7750	7750				95000	97500
	800	800	800	825		8000	8000	8000	8250		100000	100000	100000	
			850	875			8500	8750	8750					
		900	900	925			9000	9000	9250					
			950	975			9500	9500	9750					

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Ю. Б. Атлас чертежей общих видов для детализирования : атлас. М. : Машиностроение, 1971. 106 с.
2. ГОСТ 2.101–2016. Единая система конструкторской документации. Виды изделий. Введ. 01.03.2017. М. : Стандартиформ, 2016. 11 с.
3. ГОСТ 2.102–2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. Введ. 01.06.2014. М. : Стандартиформ, 2014. 13 с.
4. ГОСТ 2.125–2008. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эскизных конструкторских документов. Общие положения. Введ. 01.07.2009. М. : Стандартиформ, 2009. 5 с.
5. ГОСТ 10948–64. Радиусы закруглений и фаски. Размеры. Введ. 01.07.1965. М. : Стандартиформ, 1989. 2 с.
6. ГОСТ 8820–69. Канавки для выхода шлифовального круга. Форма и размеры. Введ. 01.07.1971. М. : Стандартиформ, 1990. 6 с.
7. ГОСТ 11284–75. Отверстия сквозные под крепежные детали. Размеры. Введ. 01.01.1977. М. : Стандартиформ, 2006. 4 с.
8. ГОСТ 10549–80. Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски. Введ. 01.01.1982. М. : Стандартиформ, 2019. 11 с.
9. ГОСТ 2.311–68. Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы. Введ. 01.01.1971. М. : Стандартиформ, 2007. 5 с.
10. ГОСТ 24705–2004 (ИСО 724:1993). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры. Введ. 01.07.2005. М. : Стандартиформ, 2006. 19 с.
11. ГОСТ 6211–81 (СТ СЭВ 1159–78). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная коническая. Введ. 01.01.1983. М. : Стандартиформ, 1981. 12 с.
12. ГОСТ 6357–81 (СТ СЭВ 1159–78). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная цилиндрическая. Введ. 01.01.1983. М. : Стандартиформ, 1982. 8 с.
13. ГОСТ 10177–82 (СТ СЭВ 1781–79). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба упорная. Профиль и основные размеры. Введ. 01.01.1983. М. : Стандартиформ, 1982. 13 с.

14. ГОСТ 24737–81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная однозаходная. Основные размеры. Введ. 01.01.1982. М. : Стандартинформ, 1982. 8 с.
15. ГОСТ 2.303–68. Единая система конструкторской документации. Линии. Введ. 01.01.1971. М. : Стандартинформ, 2016. 6 с.
16. ГОСТ 2.109–73. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам. Введ. 01.07.1974. М. : Стандартинформ, 2007. 28 с.
17. ГОСТ 2.301–68. Единая система конструкторской документации. Форматы. Введ. 01.01.1971. М. : Стандартинформ, 2007. 2 с.
18. ГОСТ 2.104–2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. Введ. 01.09.2006. М. : Стандартинформ, 2007. 13 с.
19. ГОСТ 2.305–2008. Изображения — виды, разрезы, сечения. Введ. 01.07.2009. М. : Стандартинформ, 2009. 24 с.
20. ГОСТ 2.307–2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. Введ. 01.01.2012. М. : Стандартинформ, 2012. 30 с.
21. ГОСТ 6636–69. Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры (с Изменениями N 1, 2). Введ. 01.01.1970. М. : Стандартинформ, 2004. 7 с.
22. ГОСТ 13682–80. Места под ключи гаечные. Размеры. Введ. 01.07.1981. М. : Стандартинформ, 1994. 8 с.
23. ГОСТ 6424–73. Зев (отверстие), конец ключа и размер «под ключ». Введ. 01.01.1975. М. : ИПК Издательство стандартов, 1973. 4 с.
24. ГОСТ 21474–75. Рифления прямые и сетчатые. Форма и основные размеры. Введ. 01.01.1977. М. : Стандартинформ, 1988. 3 с.
25. ГОСТ 2789–73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. Введ. 01.01.1975. М. : Стандартинформ, 2018. 6 с.
26. ГОСТ 2.309–73. Единая система конструкторской документации. Обозначения шероховатости поверхностей. Введ. 01.01.1975. М. : Стандартинформ, 2007. 7 с.

Учебное издание

Нестерова Тамара Владимировна
Конакова Ирина Павловна

**ВЫПОЛНЕНИЕ
ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ**

Корректор З. Р. Бухонова
Верстка О. П. Игнатьевой

Подписано в печать 20.09.2021. Формат 60×84/8.
Бумага офсетная. Цифровая печать. Усл. печ. л. 8,4.
Уч.-изд. л. 3,5. Тираж 30 экз. Заказ 221.

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: +7 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13
Факс: +7 (343) 358-93-06
<http://print.urfu.ru>

